

Petri Leskinen

**ASUINKIINTEISTÖJEN ENERGIATALOUS JA YLLÄPITO
SIIKALATVAN KUNNASSA**

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusohjelma
16.3.2010



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

| | |
|---|---|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma |
| Tekijä Petri Leskinen | |
| Työn nimi Asuinkiinteistöjen energiatalous ja ylläpito Siikalatvan kunnassa | |
| Vaihtoehtoiset ammattiopinnot | Ohjaaja(t) Matti Tiainen ja Allan Mustonen |
| | Toimeksiantaja Siikalatvan kunta |
| Aika Kevät 2010 | Sivumäärä ja liitteet |
| <p>Rakennustekniikka ja rakenteet ovat muuttuneet vuosikymmenien saatossa. Rakentamisen lainsäädännöllä ja ohjeistuksella ohjataan rakentamisen suuntaa. Tavoitteena on tehdä pitkäikäisempiä ja energiataloudellisempia rakennuksia. Olemassa oleva rakennuskanta on suuri haaste nykypäivän yhteiskunnalle energiataloudellisuuden suhteen. Rakennusten ajanmukaistaminen vaatii suuria investointeja, ja näiden investointien maksajina ovat yksityiset ihmiset.</p> <p>Tässä insinööriössä selvitettiin eri-ikäisten rivitalorakennusten energiataloudellisuutta ja sen kehittymistä. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään energiansäästön kannalta kustannustehokkaimpia toimenpiteitä korjausrakentamiseen. Konkreettisia tuloksia selvitetään kahdeksan rivitalokiinteistön tutkimuksen perusteella. Kiinteistöt edustavat neljää eri vuosikymmentä. Vanhin kiinteistö on vuodelta 1961 ja uusin vuodelta 1992. Tutkimuksessa selvitettiin kiinteistöjen energiataloudellisuus ja rakennusvaipan osien lämmöneristävyys.</p> <p>Tutkittujen kiinteistöjen energiataloudessa oli suuria eroja. Parhain kiinteistö kulutti energiaa lähes puolet vähemmän kuin huonoin pinta-alayksikköä kohden. Rakennusten vaipparakenteiden laskennalliset lämpöhäviöt osoittivat selkeästi ikkunoiden ja ovien olevan heikoimpia rakennusosia energiataloudellisesti. Peruskorjaushankkeissa energiatalouden parantaminen on aina keskeinen asia. Perusparannuksia ei kuitenkaan rahoiteta pelkästään energiansäästöllä.</p> <p>Kunnat omistavat ja ylläpitävät suuria kiinteistömassoja. Kiinteistöjen ylläpidossa on paljon asioita, joita voidaan parantaa ja saada näin huomattavia taloudellisia säästöjä.</p> | |
| Kieli | Suomi |
| Asiasanat | Energiatalous, energiatodistus, rakentaminen |
| Säilytyspaikka | <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto |

| | |
|---|--|
| School School Of Engineering | Degree Programme Construction Engineering |
| Author(s) Petri Leskinen | |
| Title Energy Economy of Residential properties | |
| Optional Professional Studies | Instructor(s) Mr. Matti Tiainen Mr. Allan Mustonen |
| | Commissioned by Siikalatva Municipality |
| Date Spring 2010 | Total Number of Pages and Appendices |
| <p>Construction techniques and structures have changed over the decades. This development has been affected by many factors such as architecture, energy crises and price of energy. At the moment the biggest issue is the climate change. Construction, housing, and the energy people use to these activities are central issues and they seek to find a lasting solution. In this Bachelor's thesis the energy economy of buildings and its development were observed.</p> <p>In the thesis the concrete results are shown with the study of eight terraced properties. Buildings represent four different decades. The oldest building is from the year 1961 and the newest from 1992. If there were a target from the late 90's and a new terraced property with today's norms it would provide a clear overview about the energy economy of properties from a long time period.</p> <p>In renovation projects improving energy economy is always the key issue. No universal guidelines can be drawn up for the design because every property is unique. The author hopes that this thesis brings new ideas in the minds of people working in the industry and clarifies the energy certificate law and the way energy is used in buildings.</p> | |
| Language of Thesis Finnish | |
| Keywords | Energy economy, energy certificate, construction |
| Deposited at | <input type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences |

ALKUSANAT

Mietin kuumeisesti työharjoittelupaikkaani kolmannen opiskeluvuoden syksyn lähestyessä. Halusin harjoittelupaikkani sijaitsevan lähellä asuinpaikkaani Kestilää ja insinöörityöaihekin piti saada samasta paikasta. Syrjäseudulla harjoittelupaikat ovat tiukassa. Kuntasektori kiinnosti minua, ja niinpä kehitin projektin kiinteistökartoituksen ja kiinteistöjen energiatalouden ympärille. Siikalatvan kunta oli vasta syntymässä neljän kunnan yhdistymisessä. Kiinteistömassaa uudella kunnalla on huomattava määrä. Kiinteistömassa on luonnollisesti hajallaan joka suhteessa.

Sain suorittaa työharjoitteluni Siikalatvan kunnan teknisessä toimessa Kestilän toimipisteessä Pentti Lämpsän alaisuudessa. Tästä kiitos Pentti Lämpsälle. Insinöörityön tilaaja on Siikalatvan kunta. Työharjoitteluajana laatimani kiinteistöraportit ovat tutkimusaineistona tässä insinöörityössä. Haluan kiittää Alli Hämeenahoa avusta kiinteistötietojen hankinnassa.

Insinöörityön ohjaajina toimivat Matti Tiainen ja Allan Mustonen. Kiitos heille työn ohjauksesta ja ammattitaitoisesta otteesta opetustyöhön yleensä. Kielellisestä ohjauksesta vastasi Eero Soininen. Kohdallani Eeron ohjaus on ollut äärimmäisen tärkeää ja opettavaista.

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 RAKENTAMISTA OHJAAVAT MÄÄRÄYKSET | 3 |
| 2.1 Rakennuslainsäädännön historiasta ja kehityksestä | 3 |
| 2.2 Rakentamista ohjaava hierarkia | 4 |
| 2.3 Suomen rakentamismääräyskokoelman sisältö | 4 |
| 2.4 Rakennusten energiataloutta ohjaavat lait, asetukset ja ohjeet | 6 |
| 3 ENERGIATODISTUSJÄRJESTELMÄ RAKENTAMISEN OHJAAJANA | 8 |
| 3.1 Määritelmiä ja käsitteitä | 8 |
| 3.2 Energiaselvityksen sisältö ja energiatodistus | 9 |
| 3.3 Energiatodistus kaupallisena välineenä | 18 |
| 4 ASUINRAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS JA KESKEISIMMÄT KULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT | 20 |
| 4.1 Asuinrakennusten energiankulutus | 20 |
| 4.2 Energiatehokkuuteen vaikuttavien asioiden kehittyminen Suomessa | 22 |
| 4.3 Kiinteistönhoidon ja ylläpidon merkitys energian kulutukseen | 30 |
| 5 SIIKALATVAN KUNNAN KIINTEISTÖKANTA | 32 |
| 5.1 Kiinteistömassa | 32 |
| 5.2 Kiinteistöjen kartoitustyö | 32 |
| 6 SIIKALATVAN KUNNAN RIVITALOJEN ENERGIATASOJEN TUTKIMUS | 34 |
| 6.1 Tutkittavat rivitalot Kestilässä | 34 |
| 6.2 Kiinteistöjen rakenteiden lämmönläpäisykertoimet | 35 |
| 6.2.1 Ulkoseinärakenteet | 35 |
| 6.2.2 Lattiarakenteet | 36 |
| 6.2.3 Yläpohjarakenteet | 38 |
| 6.2.4 Ikkuna- ja ovirakenteet | 39 |
| 6.3 Rakenteiden johtuvien lämpöhäviöiden jakautuminen | 42 |
| 6.4 Kiinteistöjen ilmanvaihto, vuotoilmatiiviys ja lämpöhäviöiden jakautuminen | 46 |
| 6.5 Kiinteistöjen LVS- tekniikka | 48 |
| 6.6 Kiinteistöjen energiankulutustasojen yhteenveto | 49 |

| | |
|---|----|
| 7 ENERGIANSÄÄSTÖTOIMENPITEET JA KUSTANNUKSET | 52 |
| 7.1 Keskeisimmät energiansäästötoimenpide-ehdotukset | 52 |
| 7.2 Toimenpiteiden kustannus ja takaisinmaksuaika energiansäästöllä mitattuna | 54 |
| 7.3 Energiansäästötoimenpiteillä saavutetut muut hyödyt | 57 |
| 7.4 Toimenpiteiden rahoittaminen | 57 |
| 8 ANALYSOINTI JA TULOSTEN TARKASTELU | 59 |
| 8.1 Kunta kiinteistöjen omistajana | 59 |
| 8.2 Tutkittujen rivitalokiinteistöjen tulevaisuus | 60 |
| 9 YHTEENVETO | 61 |
| LÄHTEET | 62 |
| LIITTEET | |

MÄÄRITELMÄT JA SELITYKSET

Laskennallinen energiatodistus

Energiatodistuslaissa ja asetuksessa määrätyillä normeilla laskettua rakennuksen energiatasotehokkuutta osoittava todistus.

LTO-ilmastointi

Tarkoittaa sellaista ilmastointijärjestelmää, jossa ilmastointikone siirtää poistettavasta sisäilmasta energiaa tulevaan kylmään ilmaan eli lämmittää sitä.

U-arvo

Kertoo, kuinka paljon lämpöä siirtyy 1 m^2 läpi rakenteessa sisältä ulos yhden asteen lämpötilaeron vallitessa yhden tunnin aikana. Yksikkönä $\text{W/m}^2\text{K}$. Mitä pienempi arvo on, sen parempi lämmöneristävyys.

Todellisiin kulutuslukemiin perustuva energiatodistus

Olemassa olevan rakennuksen toteutuneella energiankulutuksella laskettava energiatodistysluku, joka normitetaan vertailukelpoiseksi koko valtakunnan alueella.

Vuotoilman tiiviysluku, n50 luku

Vuotoilman tiiviysluku kuvaa, kuinka monta kertaa tunnissa rakennuksen ilmatilavuus virtaa rakennuksen vaipan läpi, kun paine-ero on sisä- ja ulkoilman välillä 50 Pascalia.

1 JOHDANTO

Tässä insinööriyössä käsitellään rakennusten energiataloutta, tutkitaan rakentamisen lainsäädännön kehitystä ja sen vaikutusta rakennusten rakenteiden U-arvokehitykseen. Käytännön tutkimustuloksia on kerätty Siikalatvan kunnassa kahdeksasta rivitalokiinteistöstä, jotka edustavat neljän eri vuosikymmenen rakennuskantaa.

Työn tilaajana on Siikalatvan kunta. Siikalatvan kunta syntyi vuoden 2009 alussa kuntaliitoksen johdosta. Kuntaliitoksessa yhdistyi neljä kuntaa, Kestilä, Rantsila, Pulkila ja Piippola. Siikalatvan kunnalla on suuret haasteet edessään omistamansa kiinteistömassan hallintaan saannissa. Kiinteistömassan hallintastrategia on yksi tärkeimmistä asioista uudessa kunnassa.

Insinööriyössä tarkastellaan rakennusmääräyskokoelmaa ja erityisesti sen energiatalouteen vaikuttavien osioiden kehittymistä. Energiatodistuksen ohjaajaksi syntyi energiatodistuslaki vuonna 2008. Työssä käsitellään energiatodistuslakia tarkemmin ja siihen kuuluvia määräyksiä. Asuinrakennusten energiankulutukseen vaikuttavien tekijöiden osuutta selvitetään ja luodaan pohjaa tutkimustulosten analysoinnille.

Käytännön tutkimustulokset tulevat rivitalokiinteistöjen energiataloudesta kahdeksan rivitalon tutkimuksesta. Kiinteistöt sijaitsevat Siikalatvan kunnassa, Kestilän kirkonkylässä. Kiinteistöjen rakenteet on selvitetty ja laskennallisesti tutkittu niiden lämpöhäviöenergiat. Rakenteiden lämpöhäviöosuus koko tutkitussa rakennusmassassa antaa peruskorjaustoimenpiteille suuntaa. Kiinteistöjen energiankulutuksesta on tehty energiatodistukset. Energiatodistusten ja rakenteiden lämpöhäviövertailu kertoo selkeästi rakentamisessa tapahtuneesta muutoksesta tällä ajanjaksolla.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää tutkituille rivitalokiinteistöille tehokkaimmat ja järkevimät toimenpiteet energiatalouden parantamiseen. Pyritään selvittämään kustannuksia ja energiansäästöä saatavaa kustannussäästöä. Toimenpiteistä esitetään investointilaskelmia ja tarkastellaan niiden toteuttamismahdollisuuksia. Ehdotetuissa toimissa aina parannetaan tai ylläpidetään kiinteistön kuntoa.

Tutkitut kiinteistöt kuvastavat noin 29 %:n osuutta koko Siikalatvan kunnan asuinrakennuskiinteistökannasta. Asumista ja rakentamista pitää ajatella laajasti energiatalouden kannalta. Terveellinen ja viihtyisä asuminen pohjautuu hyvään sisäilmaan. On muistettava aina se to-

siseikka, että rakennuksen kokonaislämmitysenergiasta yli 50 % menee hyvään ilmanvaihtoon. Rakennusten huolto ja ylläpitäminen korostuvat tulevaisuudessa huomattavasti vahvemmin. Kiinteistön ylläpito- ja kunnossapitokustannus maksaa vähintään saman verran kuin rakennusinvestointi, kiinteistön elinkaaren aikana.

2 RAKENTAMISTA OHJAAVAT MÄÄRÄYKSET

Suomessa rakentamista ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki. Rakentamisen ohjeistus on lähtenyt kehittymään 1930-luvulla ja kehittynyt voimakkaasti aina tähän päivään asti.

2.1 Rakennuslainsäädännön historiasta ja kehityksestä

Rakennuslaki tuli voimaan 1. päivä heinäkuuta 1959. Se kumosi asemakaavalain (145/1931) ja rakentamisesta maaseudulla annetun lain (683/1945). Asemakaavalaki ja siihen liittynyt rakennussääntö oli ensimmäinen yleinen kaavoitusta ja rakentamista koskeva lainsäädäntö Suomessa, vaikka se koskikin pääsääntöisesti vain kaupunkien alueita. Asemakaavalaki sisälsi säännöksiä muun muassa asemakaavoituksesta, tonttijaosta ja asemakaavan takaisista määräyksistä. Rakennussäännössä oli taas tarkempien säännösten lisäksi säännöksiä muun muassa rakennusluvasta, rakennustyön valvonnasta sekä rakennuksen kunnossapidosta. Rakentamisesta maaseudulla annettu laki saattoi ennakkovalvonnan piiriin (rakennuslupavelvollisiksi) yleisesti rakennukset maaseudulla. Muutoin laki koski nimensä mukaisesti ainoastaan rakentamista, eikä se sisältänyt kaavoitusta koskevia säännöksiä. [1.]

Ennen asemakaavalakia kaupunkien järjestelystä ja rakentamisesta oli annettu hallinnollisia säännöksiä, joista tärkeimpiä olivat rakennusjärjestykset. Yleisenä lainsäädäntönä oli voimassa ainoastaan asetus kaupunkien järjestämisen ja rakentamisen perusteista vuodelta 1856, ja sisälsi lähinnä paloturvallisuutta koskevia säännöksiä. Ennen vuoden 1856 asetusta ainoa yleisen lainsäädännön säännös oli vuoden 1734 lain rakennuskaaren 29 luvun 1 §, joka edellytti alemmanasteisen normiston antamista. Tällaista normistoa ei kuitenkaan annettu ennen vuoden 1856 asetusta. [1.]

Rakennuslaki uudistettiin kokonaan 1999. Uusi laki kumosi 1959 voimaan tulleen rakennuslain kokonaisuudessaan. Rakennuslakiin oli 40 vuoden aikana tehty lukuisia muutoksia yksittäisiin kohtiin. [1.]

2.2 Rakentamista ohjaava hierarkia

Rakentamisen ohjaus on jakautunut lain, asetuksen ja rakentamismääräysten kesken. Rakennuslainsäädännössä asetetaan rakentamiselle vaatimuksia, joiden tarkoituksena on taata turvallisuuden, terveellisyyden ja energiataloudellisuuden vähimmäistaso. Rakentamisen ohjauksella pyritään siihen, että rakennukset ovat kestäviä, rakennuskanta monikäyttöistä ja myös liikuntaesteisille soveltuvaa. Rakentamisen säännökset koskevat pääsääntöisesti rakentamisen lopputulosta ja sille asetettavia laatuvaatimuksia. [1.] Käytännön rakennussuunnittelussa tärkein dokumentti on Suomen rakentamismääräyskokoelma.

2.3 Suomen rakentamismääräyskokoelman sisältö

Rakentamismääräyskokoelma sisältää rakennusteknisiä määräyksiä, joita on noudatettava uudisrakennushankkeissa. Rakentamismääräyksissä on myös ohjeita, jotka eivät ole velvoittavia.

Rakentamismääräyskokoelma sisältää seuraavat osat:

A Yleinen osa

A1 (2006) Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, määräykset ja ohjeet

A2 (2002) Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet

A4 (2000) Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet

A5 (2000) Kaavamerkinnot, määräykset

B Rakenteiden lujuus

B1 (1998) Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset

B2 (1990) Kantavat rakenteet, määräykset

B2 2007 Kantavat rakenteet, muutos

B3 (2004) Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet

B4 (2005) Betonirakenteet, ohjeet

B4 (2009) Betonirakenteet, muutos

B5 (2007) Kevytbetoniharkkorakenteet, ohjeet

B6 (1989) Teräsohutlevyrakenteet, ohjeet

B6 Standardit 2001

B7 (1996) Teräsrakenteet, ohjeet

B7 Standardit 2001

B8 (2007) Tiilirakenteet, ohjeet

B9 (1993) Betoniharkkorakenteet, ohjeet

B10 (2001) Puurakenteet, ohjeet

C Eristykset

C1 (1998) Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet

C2 (1998) Kosteus, määräykset ja ohjeet

C3 (2010) Rakennuksen lämmöneristys, määräykset

C4 (2003) Lämmöneristys, ohjeet

D LVI JA energiatalous

D1 (2007) Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet

D2 (2010) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet

D3 (2010) Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet

D4 (1978) LVI-piirrosmerkit, ohjeet

D5 (2007) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet

D6 (1990) Kvv- työnjohtaja, määräykset - Korvattu osalla A1.

D7 (1997) Kattiloiden hyötysuhdevaatimukset, määräykset

E Rakenteellinen paloturvallisuus

E1 (2002) Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet

E1 (2008) Rakennusten paloturvallisuus, muutos

E1 (2008) Rakennusten paloturvallisuus, muutos

E2 (2005) Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus, ohjeet

E3 (1988) Pienet savuhormit, ohjeet

E3 (2007) Pienten savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet

RakMK E3 (2007) siirtymäaika 1.9.2009 asti, jota ennen vireille tullessiin rakennushankkeisiin voidaan soveltaa RakMK E3 (1988).

E4 (2005) Autosuojien paloturvallisuus, ohjeet

E7 (2004) Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus, ohjeet

E8 (1985) Muuratut tulisijat, ohjeet

E9 (2005) Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus, ohjeet

F Yleinen rakennussuunnittelu

F1 (2005) Esteetön rakennus, määräykset ja ohjeet

F2 (2001) Rakennuksen käyttöturvallisuus, määräykset ja ohjeet

G Asuntorakentaminen

G1 (2005) Asuntosuunnittelu, määräykset ja ohjeet

G2 (1998) Valtion tukema asuntorakentaminen, määräykset ja ohjeet

2.4 Rakennusten energiataloutta ohjaavat lait, asetukset ja ohjeet

Rakennusten energiataloutta ohjaavat dokumentit muodostuvat laista, asetuksesta, rakentamismääräyskokoelmasta ja näiden pohjalta syntyneistä ohjeistuksista.

Rakennusten energiatalouteen on jouduttu säätämään lakeja EU:n rakennusten energiatehokkuutta koskevien direktiivien myötä. Taustalla on myös Kioton ilmastopidatus ja Suomen energia- ja ilmastostrategia. Rakennusten energiataloutta koskien on annettu laki 487/2007, rakennusten energiatodistuksesta huhtikuussa 2007. Laki tuli voimaan tammikuussa 2008. Kuitenkin ennen lain voimaantuloa valmistuneisiin rakennuksiin lakia on sovellettu vuoden 2009 alusta. [2.]

Laissa edellytetään mm. seuraavia asioita.

Rakennusta tai sen osaa taikka niiden hallintaoikeutta myytäessä tai vuokrattaessa myyjän tai vuokranantajan on asetettava mahdollisen ostajan tai vuokralaisen nähtäville voimassa oleva rakennuksen energiatodistus (5 §).

Haettaessa maankäyttö- ja rakennuslaissa tarkoitettua rakennuslupaa uudisrakentamista varten on hakemukseen liitettävässä energiaselvityksessä oltava pääsuunnittelijan antama rakennuksen energiatodistus liitteenä. (6 §). [2.]

Olemassa olevien asuinrakennusten laajennus- ja muutostyöt tarvitsevat rakennusluvan, mutta näihin hankkeisiin ei tarvitse olla energiaselvitystä lain mukaan. Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston Internet-sivulla todetaan seuraavaa: Rakennuslupahakemuksen mukaan on vuoden 2008 alusta lähtien liitettävä rakennuksen energiaselvitys. Selvitys tarvitaan kaikkiin niihin hakemuksiin, joissa haetaan lupaa uuden rakennuksen rakentamiselle. Tämä ei koske laajennuksia eikä rakennelmia eikä myöskään muutoksia - ei edes uudelleen rakentamiseen verrattavia muutoksia. [3.]

Energiatodistuksen ajatus on saada rakennusten suunnittelijoiden, rakennuttajien, rakentajien, omistajien ja käyttäjien huomio kiinnittymään aikaisempaa enemmän rakennuksen energiankäyttöön ja mahdollisuuksiin vähentää sitä sekä uudisrakentamisessa että olemassa olevassa rakennuskannassa. [4.]

Energiatodistuksen pohjalta on annettu asetus 765/2007 rakennuksen energiatodistuksesta kesäkuussa 2007. Asetus sisältää kuusi liiteosaa, joissa on tarkemmin ohjeistettu energiatodistuksen laadintaa.

Rakentamismääräyskokoelma on keskeisin asiakirja rakennusten energiatalouden määrittämisen yksityiskohdissa. Osat D2 (Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto), D3 (Rakennuksen energiatehokkuus) ja D5 (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta) määrittävät ja ohjeistavat LVI-järjestelmiä ja energiatalouden laskentamenetelmiä. Osa C3 (kosteus- ja lämmöneristysmääräykset 2010) ja C4 (lämmöneristysohjeet) määrittää ja ohjeistaa rakenteiden kosteusteknistä ja lämpöteknistä toimivuutta ja tasoa.

Rakennusten energiataloutta ja energiatodistusten laadintaa varten on tehty myös seuraavia julkaisuja.

- Energiatodistusopas 2010
- Tasauslaskentaopas 2010
- Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto lämpöhäviöiden tasauslaskennassa, ympäristöministeriön moniste 122

Kaikki edellä mainitut dokumentit toimivat yhtenä kokonaisuutena määritettäessä rakennuksen energiataloutta.

3 ENERGIATODISTUSJÄRJESTELMÄ RAKENTAMISEN OHJAAJANA

Tässä luvussa esitellään määräysten mukaisuuden osoittaminen tasauslaskelmalla ja sen pohjalta tehtävä energiaselvitys. Näiden dokumenttien yhteenvetona tulee energiatodistus.

3.1 Määritelmiä ja käsitteitä

Lämmönläpäisykertoimen vertailuarvo tarkoittaa rakentamismääräyskokoelman osan C3 kohdissa 3.2.1 ja 3.2.2 rakennusosalle esitettyä lämmönläpäisykertoimen arvoa.

Vuotoilmakertoimen vertailuarvo tarkoittaa rakentamismääräyskokoelman osan D3 kohdassa 3.3.2 esitettyä vuotoilmakertoimen arvoa 2, joka on 0,08 kertaa tunnissa.

Ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 % maanpäällisten kerrosten yhteenlasketusta kerrostasosalasta, kuitenkin enintään 50 % julkisivupinta-alasta (osa C3 kohta 3.2.4).

Poistoilman (jäteilman) lämmöntalteenoton vertailuarvo tarkoittaa rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräyksessä 4.1.2 esitettyä ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vaatimusta, joka pienentää 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaa lämpömäärää. Jäteilma on poistoilmaa, joka johdetaan rakennuksesta ulos.

Vertailuratkaisu tarkoittaa lämpöhäviöiden tasauslaskelmassa vertailukohtana käytettävää suunnitelmaa, jossa kunkin rakennusosan lämmönläpäisykerroin, yhteenlaskettu ikkunapinta-ala, rakennuksen vuotoilmakerroin ja ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ovat vertailuarvojen mukaisia. Vertailuratkaisun mukaisen rakennuksen ulottuvuudet, mitat ja pinta-alat ovat lämpöhäviön tasauslaskelmassa samat kuin suunnitellun kohderakennuksen, kuitenkin niin, että yhteenlaskettu ikkunapinta-ala on vertailuarvon mukainen (vaipan kokonaispinta-ala ei muutu).

Suunnitteluratkaisu tarkoittaa kohderakennuksen toteutettavaksi aiottua suunnitelmaa.

Vertailulämpöhäviö tarkoittaa vertailuratkaisun mukaisen rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettua lämpöhäviötä, johon suunnitteluratkaisun vastaavaa lämpöhäviötä verrataan.

Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus on laskennallinen menettelytapa lämpöhäviölle asetun vaatimuksen täyttämiseksi. Jonkin osatekijän (vaippa, vuotoilma, ilmanvaihto) vertailulämpöhäviötä suurempi lämpöhäviö edellyttää vähintään vastaavaa lämpöhäviön vähentämistä toisen osatekijän kohdalla. [5.]

3.2 Energiaselvityksen sisältö ja energiatodistus

Tässä luvussa selvennetään uudenrakennuksen rakennuslupaan vaadittavia dokumentteja energiatarkastelun osalta. Rakennuslupahakemukseen on liitettävä energiaselvitys, joka sisältää seuraavat tarkastelut: [6.]

1. Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus RakMk D3 kohdan 2.2 mukaan eli taseuslaskelma rakennuksen lämpöhäviöistä.
2. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho RakMk D2:n mukaan.
3. Rakennuksen lämmitysteho RakMk D3 kohtien 2.4 ja 2.5 mukaan.
4. Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta RakMk D3 kohdan 2.8 mukaan ja tarvittaessa jäähdytysteho.
5. Energiankulutus RakMk D3 kohdan 2.9 mukaan.
6. Rakennuksen energiatodistus (laki 487/2007).

1.

Rakennusmääräyskokoelma D3:ssa todetaan sivulla 10, että lämpöhäviön määräystenmukaisuus osoitetaan taseuslaskelmalla. Energiaselvityksen ensimmäinen vaihe on taseuslaskenta lämpöhäviöistä. Excel-pohjainen laskentataulukko löytyy osoitteesta www.ymparisto.fi.

Energiatehokkuusmääräysten täyttyminen edellyttää sitä, että rakennuksen lämpöhäviö on enintään määräyksissä annettujen vertailuarvojen mukaisesti lasketun lämpöhäviön suuruisen, eli uuden rakennuksen lämpöhäviöistä on tehtävä laskelma ja verrattava sitä vertailuarvoilla saatuun lämpöhäviöön. [5.]

Rakennuksen lämpöhäviö muodostuu rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlasketuista lämpöhäviöistä. Rakennusmääräyskokoelmassa näille tekijöille annetaan vertailuarvot. Rakennuksen vaipan rakenteille annetaan vertailu-U-arvot RakMk C3:ssa. Vuotoilmaluvulle ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotolle vertailuarvot määrätään RakMk D3:ssa. Taulukossa 1 on näytetty voimassa olevat vertailuarvot, joilla lasketaan rakennuksen vertailulämpöhäviö. [5.]

Taulukko 1. Rakennusosien U-arvovaatimus vuonna 2010

| Rakennusosien U-arvot | 2010 |
|---|-----------|
| Ulkoseinät | 0,17 |
| Yläpohja | 0,09 |
| Maanvarainen alapohja / Tuuletettava alapohja | 0,17/0,16 |
| Ikkuna | 1,0 |
| Ovet | 1,0 |
| Muut keskeiset arvot | |
| Vuotoilmaluku (n50-luku) | 2 |
| LTO:n vuosihyötysuhde % | 45 |
| Vaipan lämpöhäviön jousto % | 30 |

Lämpöhäviöiden taseus ohjaa kokonaisvaltaisempaan ajatteluun, jossa vaatimusten kohteena nähdään pikemminkin rakennus kuin sen komponentit erikseen [2].

Rakennusmääräyskokoelma C3:ssa todetaan, että rakennuksen vaipan lämpöhäviö saa kuitenkin olla enintään 30 prosenttia suurempi kuin kohdan 3.2 mukaisilla vertailuarvoilla laskettu rakennuksen vaipan lämpöhäviö, jos lämpöhäviön ylitys tasataan pienentämällä rakennuksen vuotoilman tai ilmanvaihdon lämpöhäviötä. [7.] Lisäksi vaipan rakenteille on määrätty U-arvot, joita ei saa ylittää rakenteessa.

Jos käytetään vuotoilmalukuna (n50-luku) pienempää kuin 4, tulee ilmanvuotoluku osoittaa mittaamalla tai muulla menettelyllä. Muu menettely voi olla esimerkiksi talotyyppikohtainen ilmanpitävyyden laadunvarmistusmenettely. [2].

Ilmanvaihdon lämpöhäviöitä parannetaan tehostamalla lämmöntalteenottojärjestelmää. Lämmöntalteenottojärjestelmästä ja sen tehokkuudesta pitää tehdä selvitys taseuslaskennan yhteyteen. Taseuslaskentaohjelmasta on esimerkkikuvat 1 ja 2. Rakennuksen ominaislämpö-

häviön yksikkö on $\frac{w}{k}$. [5].

| | |
|-----------------------------------|---|
| Rakennuskohde | Pientalo |
| Rakennuslupatunnus | |
| Rakennustyyppi | 1-kerroksinen pientalo, ikkunapinta-ala 15 % kerrostasosalasta. |
| Pääsuunnittelija | |
| Tasauslaskelman tekijä | |
| Päiväys | |
| Tulos: Suunnitteluratkaisu | TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET |

Rakennuksen laajuustiedot

| | |
|--|------------|
| Rakennustilavuus | 522 rak-m³ |
| Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä | 163 m² |
| Kerroskorkeus | 3,0 m |
| Huonekorkeus | 2,6 m |
| Ilmatilavuus, V, lämpimät tilat | 382 m³ |
| Ilmatilavuus, V, puoliämpimät tilat | m³ |

Lasketatuloksia

Julkisivun pinta-ala on 146 m²
 Ikkunapinta-ala on 15 % maanpäällisestä kerrostasosalasta
 Ikkunapinta-ala on 17 % julkisivun pinta-alesta
 Lämpöhäviö on 100 % vertailutasosta (lämpimät tilat)

| Perustiedot | | Pinta-alat, m² [A] | | | | U-arvot, W/(m² K) [U] | | | Lämpöhäviöiden tasaus | |
|--|--|---|----------------------|---|----------------------|--|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--|
| RAKENNUSOSAT | | Vertailu- arvo | Suunnittelu- arvo | Vertailu- arvo | Enimmäis- arvo | Suunnittelu- arvo | Vertailu- ratkaisu | Suunnittelu- ratkaisu | | |
| Lämpimät tilat | | | | | | | | | | |
| Ulkoseinä | | 113 | 113 | 0,17 | 0,60 | 0,17 | 19,2 | 19,2 | | |
| Hirsiseinä | | | | 0,40 | 0,60 | | - | - | | |
| Yläpohja | | 147 | 147 | 0,09 | 0,60 | 0,09 | 13,2 | 13,2 | | |
| Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva) | | | | 0,09 | 0,60 | | - | - | | |
| Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾ | | | | 0,17 | 0,60 | | - | - | | |
| Alapohja (maanvastainen) | | 147 | | 0,16 | 0,60 | 0,16 | 23,5 | 23,5 | | |
| Muu maanvastainen rakennusosa | | | | 0,16 | 0,60 | | - | - | | |
| Ikkunat | | 24,5 | 24,5 | 1,00 | 1,80 | 1,00 | 24,5 | 24,5 | | |
| Ulko-ovet | | 8,2 | | 1,00 | - | 1,00 | 8,2 | 8,2 | | |
| Kattokkunat | | | | 1,00 | 1,80 | | - | - | | |
| Lämpimät tilat yhteensä | | 440 | 440 | | | | 88,7 | 88,7 | | |
| Puoliämpimät tilat | | | | | | | | | | |
| Ulkoseinä | | | | 0,26 | 0,60 | | - | - | | |
| Hirsiseinä | | | | 0,60 | 0,60 | | - | - | | |
| Yläpohja | | | | 0,14 | 0,60 | | - | - | | |
| Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva) | | | | 0,14 | 0,60 | | - | - | | |
| Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) ¹⁾ | | | | 0,26 | 0,60 | | - | - | | |
| Alapohja (maanvastainen) | | | | 0,24 | 0,60 | | - | - | | |
| Muu maanvastainen rakennusosa | | | | 0,24 | 0,60 | | - | - | | |
| Ikkunat | | | | 1,40 | 2,80 | | - | - | | |
| Ulko-ovet | | | | 1,40 | - | | - | - | | |
| Kattokkunat | | | | 1,40 | 2,80 | | - | - | | |
| Puoliämpimät tilat yhteensä | | - | - | | | | - | - | | |
| VAIPAN ILMAVUODOT | | Ilmanvuotoluku, 1/h [n ₅₀] | | Vuotoilmavirta, m³/s [q _v , √ n ₅₀ /25 x V/3600] | | Ominaislämpöhäviö, W/K [H _{vuotoilma} = 1200 x q _v , √] | | | | |
| Vuotoilma | | Vertailu- arvo | Suunnittelu- arvo | Vertailu- arvo | Suunnittelu- arvo | Vertailu- ratkaisu | Suunnittelu- ratkaisu | | | |
| Lämpimät tilat | | 2,0 | 2,0 | 0,0085 | 0,0085 | 10,2 | 10,2 | | | |
| Puoliämpimät tilat | | 2,0 | | | | - | - | | | |
| ILMANVAIHTO | | Poistoilmavirta, m³/s [q _v , √] | | LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _L] | | Ominaislämpöhäviö, W/K [H _L = 1200 x q _v , √ x (1-η _L)] | | | | |
| Hallittu ilmanvaihto | | Vertailu- arvo | Suunnittelu- arvo | Vertailu- arvo | Suunnittelu- arvo | Vertailu- ratkaisu | Suunnittelu- ratkaisu | | | |
| Lämpimät tilat | | 0,053 | | 45 | 45 | 35,0 | 35,0 | | | |
| Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta | | | | 0 | | - | - | | | |
| Puoliämpimät tilat | | | | 45 | | - | - | | | |
| Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta | | | | 0 | | - | - | | | |
| Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus | | | | | | Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H _{per} + H _{vuotoilma} + H _L] | | | | |
| | | | | | | Vertailu- ratkaisu | Suunnittelu- ratkaisu | | | |
| Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä | | | | | | 134 | 134 | | | |
| Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä | | | | | | - | - | | | |

Kuva 1. Lämpöhäviön tasauslaskentalomake, sivu 1 [5].

Rakennuksen lämpöhäviön tasauslaskelma, D3-2010 (voimassa 1.1.2010 alkaen)

| | | | |
|---------------------------|-----------------|--|--|
| Rakennuskohde | Pientalo | | |
| Rakennuslupatunnus | | | |

| | | | |
|---|------------|----|--|
| Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista | | | |
| Pinta-alat (osa C3) | | | |
| Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta | kyllä V | ei | |
| Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa | V | | |
| - lämpimissä tiloissa | | | |
| - puoliämpimissä tiloissa | | | |
| Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö (osa C3) | | | |
| U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia | kyllä V | ei | |
| Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,3 | | | |
| - lämpimissä tiloissa | V | | Enimmäisarvo 1,3 Toteutunut arvo 1,00 |
| - puoliämpimissä tiloissa | | | 1,3 |
| Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (D3) | | | |
| Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen | kyllä V | ei | |
| - lämpimissä tiloissa | | | Vertailu- arvo 134 W/K Suunnittelu- arvo 134 W/K |
| - puoliämpimissä tiloissa | | | |
| Tarkistuslistan yhteenveto | | | |
| Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset | kyllä V | ei | |

| | |
|--|--|
| Lisäselvitykset | |
| Rakennuksen vuotoilma (osa D3) | |
| Jos lämpöhäviölaskelmissa vaipan ilmanvuotoluvun n_{50} suunnittelu-arvo on alle 4 l/h, ilmanpitävyydestä on esitettävä selvitys | |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde (osa D2) | |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys | |

| | | | |
|---|-------|----|---|
| Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso (osa D3) | | | |
| Kun suunnitellaan matalaenergiarakennusta, tulisi rakennuksen laskennallisen lämpöhäviön olla enintään 85 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Tällöin vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään hirsiseiniille lämmönläpäisykertoimen vertailuarvoa 0,17 W/m ² K lämpimissä tiloissa ja 0,26 W/m ² K puoliämpimissä tiloissa. | | | |
| Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä | kyllä | ei | |
| - lämpimissä tiloissa | | X | 85 % vertailu- arvo 114 W/K Suunnittelu- arvo 134 W/K |
| - puoliämpimissä tiloissa | | | |

Kuva 2. Lämpöhäviön tasauslaskentalomake, sivu 2 [5].

2.

Rakennusmääräyskokoelma D2, kohta 4.1.1.4. koneellisen tulo ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. [9.] LVI-suunnittelija suunnittelee ilmanvaihtokoneiston niin, että tämä määräys täyttyy.

3.

Rakennusmääräyskokoelma D3, kohta 2.4 käyttöveden lämmitysjärjestelmä. Laskentaohjeet ja menetelmät kerrotaan rakennusmääräyskokoelma D5:ssä, luvussa 5.

Rakennusmääräyskokoelma D3, kohta 2.5 tilojen lämmitysjärjestelmä. Laskentaohjeet ja menetelmät kerrotaan rakennusmääräyskokoelma D5:ssä, luvussa 6.

Energiatodistuksen laskentaohjelmat laskevat automaattisesti lämmitysenergian jakauman, kun ns. lähtötiedot on syötetty.

Kuvassa 3 on ote VTT:n eli Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tekemästä Energiajuniori-laskentaohjelmasta lämmitysenergianjakaumaosiosta, joka vastaa energiaselvityksen lämmitystehon selvitykseen.

| Lämmitysenergiankulutuksen jakautuma, kWh/vuosi | | | |
|--|--------------|---|---------------------------|
| | kWh/vuosi | % | Vertailutaso kWh/vuosi |
| <u>Vaipan johtumishäviöt</u> | 17315 | | 21833 |
| Alapohja | 4460 | | 5947 |
| Ulkoseinä | 4188 | | 5585 |
| Yläpohja | 2478 | | 3717 |
| Ikkunat | 4903 | | 5251 |
| Ulko-ovet | 1285 | | 1333 |
| <u>Vuotoilmanvaihto</u> | 2297 | | 4593 |
| <u>Hallittu ilmanvaihto</u> | 5024 | | 10048 |
| <u>Lämmin käyttövesi</u> | 6525 | | 6525 |
| <u>Sisäisistä lämpökuormista hyödyksi saatava lämpöenergia</u> | -8390 | | -8054 |
| Sisäiset lämpökuormat yht. | | | |
| Lämpöenergia, brutto | 22770 | | 34946 |

Kuva 3. Energiajuniori-ohjelma [2].

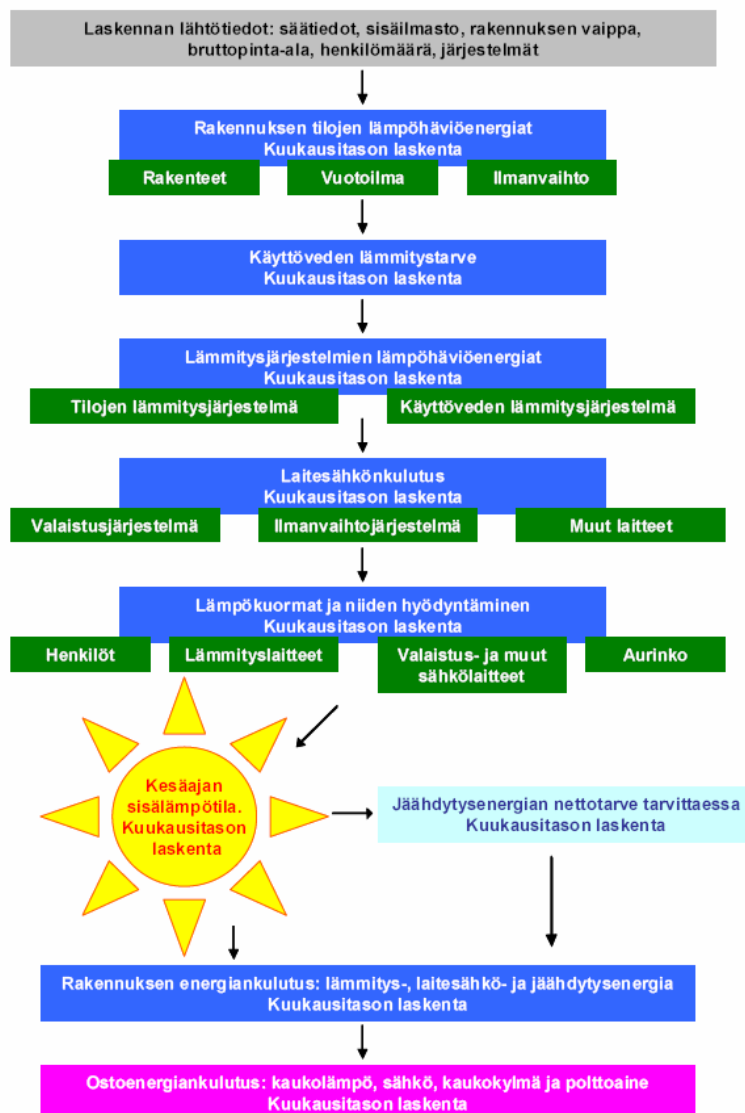
4.

Rakennusmääräyskokoelma D3, kohta 2.8 kesäajan huonelämpötilan hallinta ja jäähdytys. Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että tilat eivät lämpene haitallisesti. Liiallisen lämpenemisen estämiseksi kesällä käytetään ensisijaisesti rakenteellisia keinoja. Rakennuksen tyypillisen tai merkittävän huoneen tai tilaryhmän kesäaikainen huonelämpötila on tarvittaessa arvioitava.[8.]

Jäähdytystehon tarkempia laskentaohjeita on annettu Rakennusmääräyskokoelma D5:ssä, luvussa 3.5.

5.

Rakennusmääräyskokoelman D3 kohdassa 2.9 määrätään, että rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiankulutus on laskettava. Rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiankulutus lasketaan esimerkiksi rakentamismääräyskokoelman osan D5 luvun 3 mukaisesti tai soveltuvien SFS-EN-standardien tai muiden yksityiskohtaisempien laskentamenetelmien mukaan ottaen huomioon rakennuksen suunniteltu käyttö ja sijainti. Kuvassa 4 on esitetty rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet.



Kuva 4. Energiankulutuksen laskennan vaiheet [2].

6.

Energiatodistus on edellä esitettyjen vaiheiden tuloksista syntyvä dokumentti. ET-luku kertoo, kuinka paljon laskennallisesti kyseinen rakennus kuluttaa energiaa kokonaisuudessaan lämmintä bruttoneliötä kohden vuodessa. ET-luvun yksikkö on kwh/brm²/vuosi. Kuvassa 5 on energiatodistuksen kirjainluokituksesta malli.

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Rivitalo ryhmä

Osoite: Harjutie 2
92700 Kestilä

Vaivastumisvuosi: 1992

Rakennustunnus: As oy Kestilän Maksinharju

Energiatodistus on annettu

☐ rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen
☐ energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen
☒ erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

Energia todistus on laadittu vuoden 2008 kulutus tiedoilla.

| ET-luku | Vähän kuluttava | Rakennuksen ET-luokka |
|---------|--|--|
| -100 | <div style="width: 10%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green, darkgreen);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| 101-120 | <div style="width: 20%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, green, darkgreen);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| 121-140 | <div style="width: 30%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, yellow, orange);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| 141-180 | <div style="width: 40%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, yellow, orange);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| 181-230 | <div style="width: 50%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, orange, red);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| 231-280 | <div style="width: 60%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, orange, red);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| 281- | <div style="width: 70%; height: 15px; background: linear-gradient(to right, red, darkred);"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |
| | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> | <div style="width: 10%; height: 15px; background-color: #d3d3d3;"></div> |

Paljon kuluttava

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi): 168

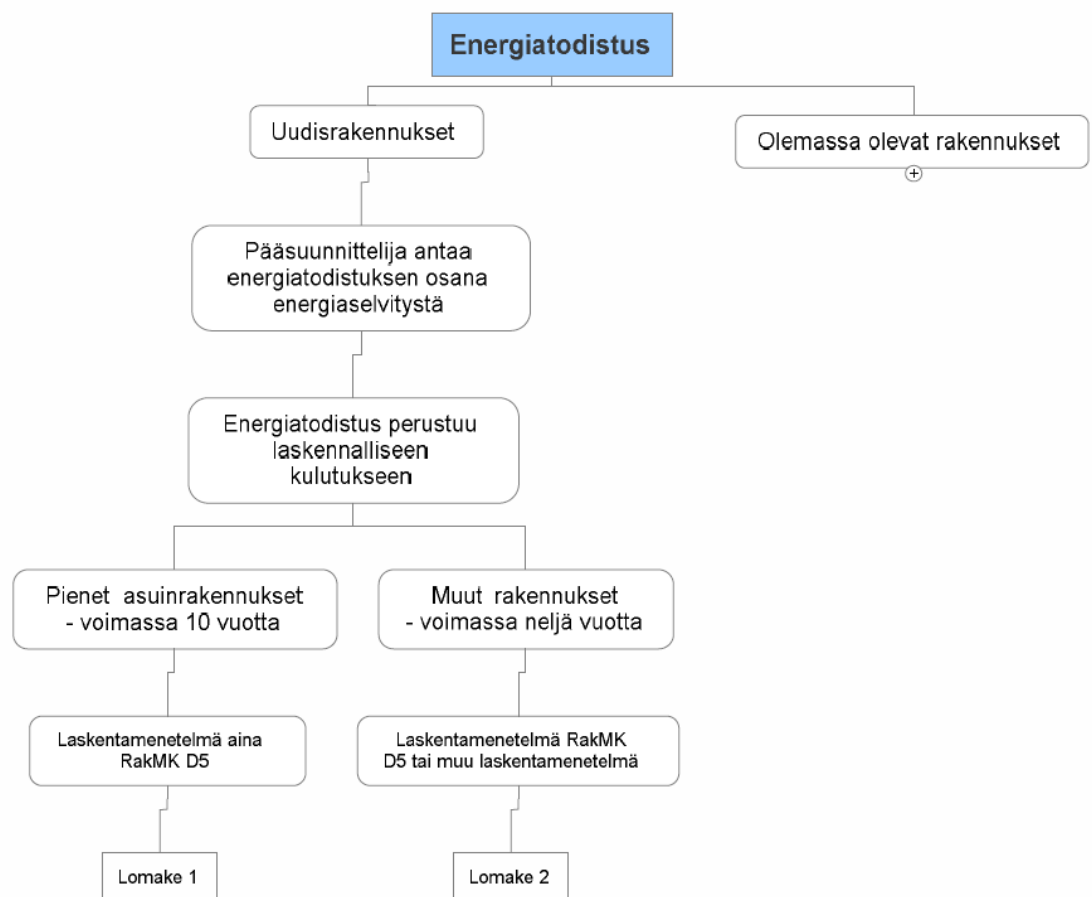
Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Suuret asuinrakennukset

Kuva 5. Energiatodistuksen kirjainluokitus [2].

Hyvän energiatodistuksen saa rakennus, jossa on hyvä vaipan lämmöneristys, tiiviys ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Energiatodistukset tehdään Jyväskylän säähän, tällöin todistukset ovat vertailtavissa koko Suomessa. [9.]

Energiatodistuksessa ilmaistaan rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku) taulukossa kirjaintunnuksella. Tällä yritetään tavalliselle ihmiselle havainnollistaa ja tehdä helposti ymmärrettäväksi rakennuksen energiatehokkuus.

Kuten on jo todettu, laki vaatii uudisrakennuksen rakennuslupahakemuksen liitteeksi energiaselvityksen ja energiatodistuksen. Uudisrakennuksen energiatodistuksen laatii kohteen pääsuunnittelija. Normaalissa pientalohankkeessa nämä dokumentit syntyvät esimerkiksi Energiajuniori-ohjelmalla. Ohjelma löytyy mm. Oulun kaupungin Internetsivustolta, mutta käyttö on maksullista. Kuvassa 6 on esitetty kaaviona rakennuksen energiatodistuksen laatijat, perusteet, voimassaoloaika eri rakennustyypeille ja lomakenumero. Olemassa olevat rakennukset käsitellään omana ryhmänään.



Kuva 6. Energiatodistuksen laadinnan pääperiaatteet [2].

Energiatodistuksen luokitustaulukot on jaettu rakennuksen koon ja käyttötarkoituksen mukaan seuraavasti:

- Pienet asuinrakennukset (Enintään 6 asuntoa asuinrakennusryhmässä)
- Suuret asuinrakennukset (Yli 6 asuntoa asuinrakennusryhmässä)
- Toimistorakennukset
- Liikerakennukset
- Opetusrakennukset
- Päiväkodit
- Terveystieteiden rakennukset
- Kokoontumisrakennukset (Teatteri-, kirjasto-, museo- ja kuntoilurakennukset)
- Uimahallit
- Muut rakennukset

3.3 Energiatodistus kaupallisena välineenä

Energiatodistuksen merkitys korostuu tulevaisuudessa asuntokauppojen yhteydessä. Energiatodistus näyttää helpolta lukea ja vertailla toisiin energiatodistuksiin. Tämä on vaarallista, koska tavalliset ihmiset, joiden ei ole tarvinnut perehtyä energiatodistuksen laatimisen sääntöihin ja koukeroihin, voivat helposti tehdä epäedullisia päätöksiä asuntokaupoissa.

Energiatodistus edellytetään pääsääntöisesti kaikilta rakennuksilta rakennuksen tai sen osan (esimerkiksi asunnon) myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Ennen lain voimaantuloa eli ennen 1.1.2008 valmistuneilla enintään kuuden asunnon asuinrakennuksilla todistus on toistaiseksi vapaaehtoinen. [4.]

Energiatodistukset siis laaditaan uusille rakennuksille aina laskennallisilla menetelmillä. Olemassa oleville suurille rakennuksille (yli 6 asuntoa) voidaan energiatodistus laatia todellisilla

kulutuslukemilla. Kuitenkin pienille rakennuksille (alle 6 asuntoa) energiatodistus laaditaan aina laskennallisilla menetelmillä. Todellisilla kulutuslukemilla ja laskennallisilla menetelmillä tehtyjä energiatodistuksia ei voi vertailla ollenkaan. Myös kirjainluokitustaulukko muuttuu, kun siirrytään pienistä rakennuksista suuriin rakennuksiin.

Esimerkki energiatodistuksen laatimismenetelmän merkityksestä:

Olemassa olevaan viiden asunnon rivitaloon tehdään energiatodistus Energiajuniori-ohjelmalla eli laskennallisella menetelmällä. ET-luvuksi saadaan 282 kwh/brm²/vuosi. Samaan kiinteistöön tehdään vertailun vuoksi energiatodistus todellisilla kulutuslukemilla. ET-luvuksi saadaan 193 kwh/brm²/vuosi. [10.]

Esimerkistä huomataan, että tulokset ovat todella erilaiset. Laskennallinen energiatodistus syntyy osittain kiinteiden oletusarvojen pohjalta. Esimerkiksi lämpimän veden kulutus henkilöä kohden oletetaan kiinteästi. Tiedetään, paljonko veden lämmitys kuluttaa energiaa ja näin syntyy lämpimän veden energiatarve henkilöä kohden. Laskentaohjelmassa ilmoitetaan vain henkilömäärä.

Rakennusmääräyskokoelma D5:ssä on määritelty erityyppisiin rakennuksiin tarvittavat kulutusarvot. Laskentaohjelmissa ovat kaikki kiinteät tiedot valmiina. Muuttuvat tiedot, kuten rakenteiden pinta-alat ja henkilömäärät, laitetaan ohjelmaan. Laskennallisen energiatodistuksen laatimisessa ei vaikuta rakennuksen maantieteellinen sijainti. Todistus lasketaan aina Jyväskylän säähän. Näin laskennallisista energiatodistuksista tulee vertailukelpoisia toisiinsa saman rakennustyyppin laskennallisiin ET-todistuksiin. Laskennallinen ET-todistus kertoo teoreettisen energian kulutustason rakennuksesta.

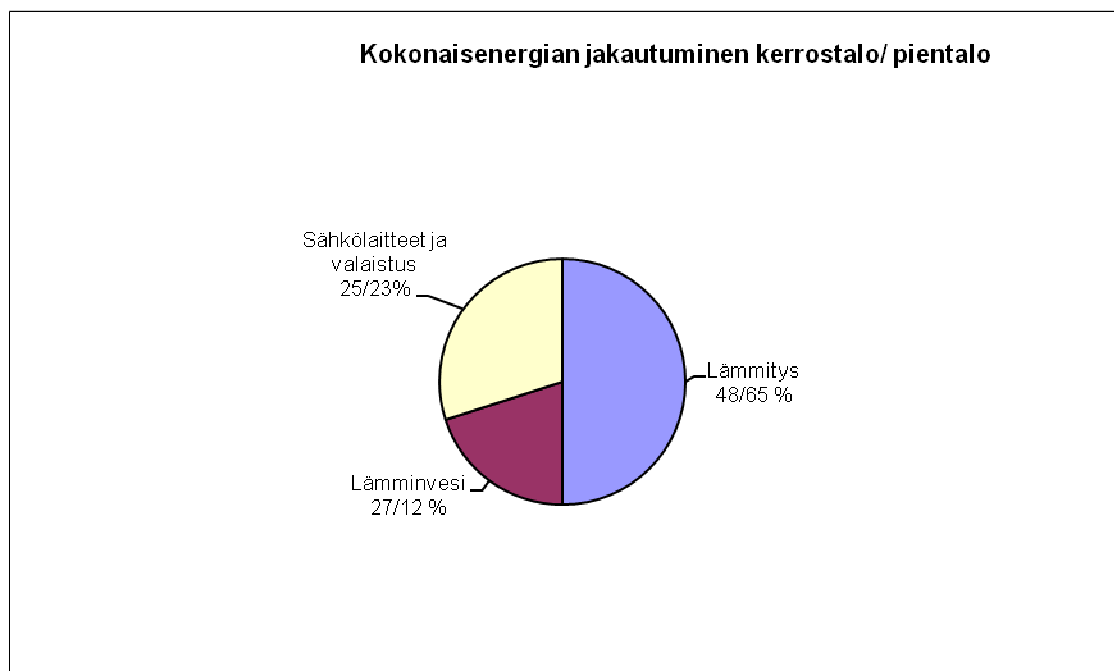
Todellisuudessa rakennuksen energiankulutukseen vaikuttavat todella monet seikat. Keskeisiä asioita ovat käyttäjien tottumukset, asukkaiden määrä, rakennuksen maantieteellinen sijainti ja moni muu seikka. Todelliseen kulutukseen perustuva ET-todistus ilmaisee monia eri asioita, ja sen tulos tulee tulkita kohdekohtaisesti. Rivitalokiinteistöissä on huomattavaa aina, onko kyse pienestä vai suuresta kiinteistöstä. Eli onko 6 vai 7 ja enemmän asuntoja kyseisessä kohteessa. Tällöin energiatodistus on voitu suuressa kiinteistössä laatia todellisilla energiankulutuslukemilla ja näin ollen ET-luku ei ole vertailukelpoinen laskennallisesti laadittuun energiatodistukseen.

4 ASUINRAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS JA KESKEISIMMÄT KULUTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

4.1 Asuinrakennusten energiankulutus

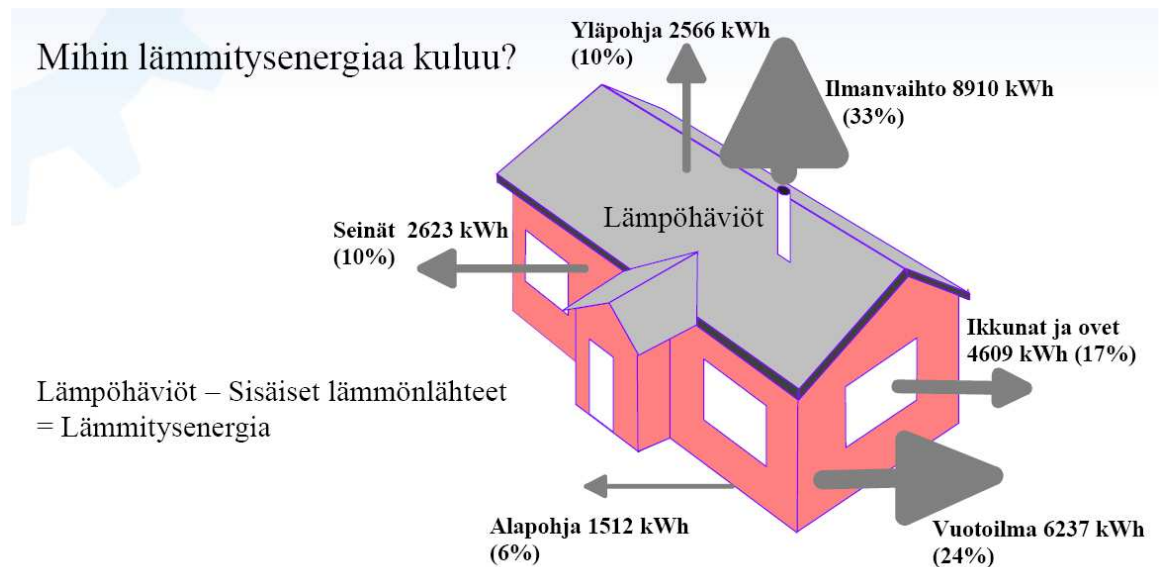
Asuinrakennuksen energiankulutukseen vaikuttavat rakennuksen koko, ilmanvaihto, rakenteiden vuotoilmatiiviys, jäähdytys, maantieteellinen sijainti, sisälämpötila, rakennuksen vaipan lämmöneristävyys, asukasmäärä, lämmitysmuoto, valaistus, kodinelektroniikka ja lämpimän veden kulutus. [11].

Asuinrakennuksen koko energiatarpeen voi jakaa kolmeen tarveryhmään: lämmitykseen, käyttöveden lämmitykseen sekä sähkölaitteiden ja valaistuksen energiatarpeeseen. Asuinrakennuksessa lämmitysenergia on jopa yli puolet kokonaisenergiatarpeesta. [11.] Kuvassa 7 on esitetty kokonaisenergian kolmen pääryhmän jakaumaosuudet kerros- ja pientaloissa. [11.]



Kuva 7. Asuinrakennuksen energiatarpeen kolme pääryhmää

Nykyaikaisten rakennusten lämmitysenergian tarve jakaantuu kolmeen lähes yhtä suureen tarveosaan: rakennuksen rakenteiden johtumishäviöihin, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden tarvitsemaan energiaan. [11.] Kuvassa 8 on esimerkkitalo, johon on kuvattu rakenteiden johtuvat lämpöhäviöt, ilmanvaihdon ja vuotoilman tarvitsemat energiamäärät pientalossa [12].



Kuva 8. Lämpöhäviöiden jakautuminen pientalossa [12].

Lämpöhäviöiden tarvitseman energiamäärän lisäksi lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvitaan 58 kWh/m^3 energiaa [13]. Ihminen käyttää vettä vuorokaudessa noin 155 litraa [14]. Tästä vesimäärästä on lämmintä käyttövettä 45–50 litraa vuorokaudessa/ henkilö [15]. Näin ollen yhden henkilön käyttämä lämminvesimäärä vaatii vuodessa energiaa noin 1060 kWh.

Motivan 2007 laatiman energiansäästösopimusvuosiraportin mukaan sopimuksessa mukana olevat rivi- ja pientalokiinteistöt kuluttivat keskimääräisesti lämmitysenergiaa 212 kWh/m^2 . Kiinteistösähköä kyseiset kiinteistöt käyttivät 2007 vuonna keskimääräisesti $11,1 \text{ kWh/m}^2$. [16.]

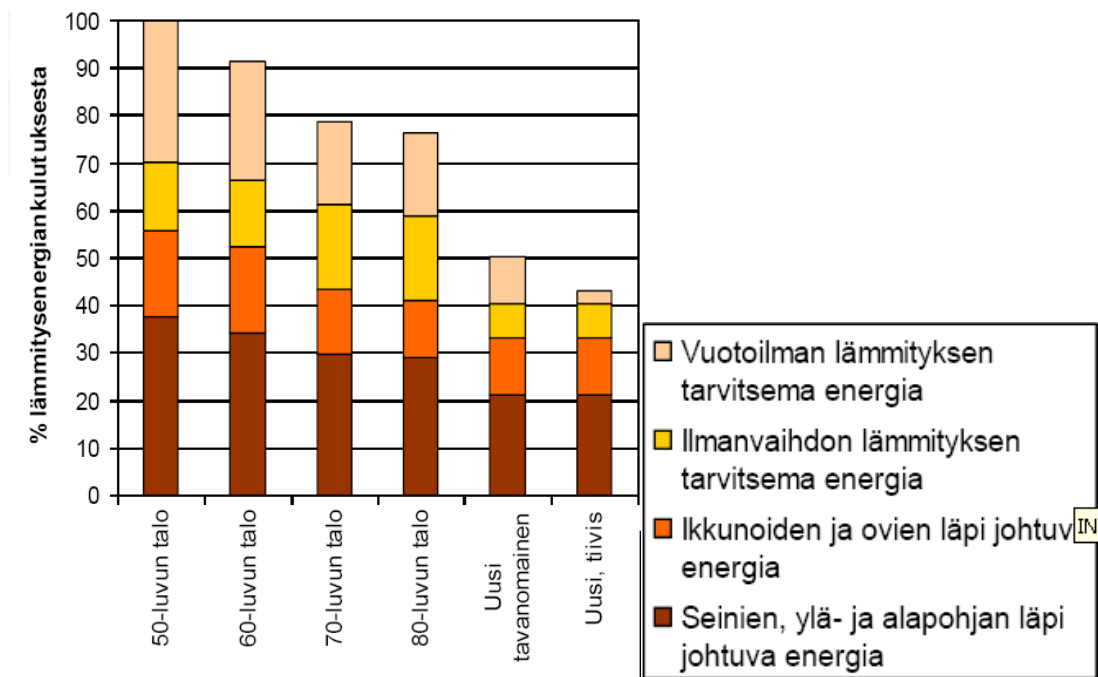
4.2 Energiatehokkuuteen vaikuttavien asioiden kehittyminen Suomessa

Tässä luvussa perehdytään asuinrakennusten rakenteiden ja energiatalouden kehitykseen 1950-luvulta lähtien. Kiinteistöjen käyttö ja ylläpito liitetään nykyisin keskeisenä osana rakennusten energiatalouteen monin eri tavoin.

Rakennusmääräyskokoelma A4 määrää ja ohjaa rakennuksien huolloista ja niiden dokumentoinnista. Määräyksessä todetaan, että rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje on laadittava, jollei erityisestä syystä muuta johdu, rakennusta varten, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn.[17.]

Huoltokirjalla pyritään rakennuksissa pitämään ja parantamaan energiätehokkuutta. Hyvällä kiinteistöhoidolla on keskeinen merkitys energiätehokkuuteen, mutta myös koko rakennuksen elinkaareen. Energian- ja vedenkulutusseuranta ovat erittäin tärkeitä elementtejä tehokkaassa kiinteistön ylläpidossa. Tiheällä mittausseurannalla huomataan kulutuksessa tapahtuvat poikkeamat ja niihin voidaan reagoida nopeasti.

Kuvassa 9 on Tampereen teknillisen yliopiston tutkijan Virpi Leivon laatima taulukko, jossa verrataan eri vuosikymmenien pientalojen energiankulutusta [12]. Eniten energiaa kuluttavana rakennuksena on 1950-luvun rintamamiestalo, ja yli puolet vähemmän energiaa kuluttavana rakennuksena on nykyaikainen tiivistalo varustettuna LTO-ilmastoinnilla.



Kuva 9. Eri aikakausien rakennusten energiatalouden suhteellinen vertailu [12].

Taulukossa 2 on esitetty lukuina edellä olevan kuvan eri aikakausien talojen U-arvojen ja vuotoilmaluvun kehittyminen 50-luvulta alkaen [12].

Taulukko 2. Rakenteiden tunnuslukujen kehittyminen

| U-Arvo | 50-luku | 60-luku | 70-luku | 80-luku | 90-luku | 2000-luku | 2010-luku |
|-------------|---------|---------|----------|----------|---------|-----------|-----------|
| Yläpohja | 0,3 | 0,28 | 0,25 | 0,25 | 0,16 | 0,16 | 0,09 |
| Alapohja | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,16 |
| Seinät | 0,48 | 0,4 | 0,3 | 0,28 | 0,25 | 0,24 | 0,17 |
| Ikkunat | 2,1 | 2,1 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1 |
| Vuotoilma | 12 | 10 | 7 | 7 | 4 | 4 | 2 |
| Ilmastointi | Painov. | Painov. | Koneell. | Koneell. | LTO | LTO | LTO |

Rakennuksien keskeisin energiatehokkuutta osoittava luku on, paljonko rakennus käyttää lämmitykseen energiaa bruttoneliometriä kohden. Esimerkiksi 150 kwh/brm². Se kuvastaa rakennuksen vaipparakenteen ja ilmanvaihdon energiatehokkuutta. Rakennusten energia-asioista puhuttaessa vilisee monia kulutuslukumia. On oltava todella tarkkana, millaisesta lukemasta puhutaan, jotta vältetään väärinkäsityksiltä. Esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku), joka ilmenee energiatodistuksesta, on eri asia kuin rakennuksen lämmitysenergian tarve neliometriä kohden.

Lämmitysenergian tarve neliometriä kohden muodostuu tilojen lämmitys- ja lämpimän käyttöveden energiatarpeesta. Eli se kuvaa rakennuksen vaipan lämmöneristävyyttä, tiiviyyttä ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton tehokkuutta.

Energiatodistuksesta ilmenevä lukema kuvastaa rakennuksen ja ihmisten käyttämää energiaa kokonaisuudessaan. Siihen sisältyy lämmitysenergian tarve, lämpimän veden energiakulutus ja käyttösähkö. Laskennallisessa energiatodistuksessa myös huomioidaan sisäiset lämmönlähteet, esimerkiksi ihmisistä tuleva lämpöenergia.

Tärkeitä teknisiä tunnuslukuja ovat energiataloudellisuuden kannalta rakenteiden U-arvot, vuotoilmaluku eli n50-luku ja lämmön talteenoton vuosihyötysuhde. Taulukossa 3 esitetään rakennusmääräyskokoelman vaatimuservot ja niiden kehittyminen vuodesta 1976 alkaen [12]. Taulukossa esitetyt arvot ovat normitalon arvoja. Rakennusmääräyskokoelma on keskeisin rakentamisen energiataloutta ohjaava dokumentti.

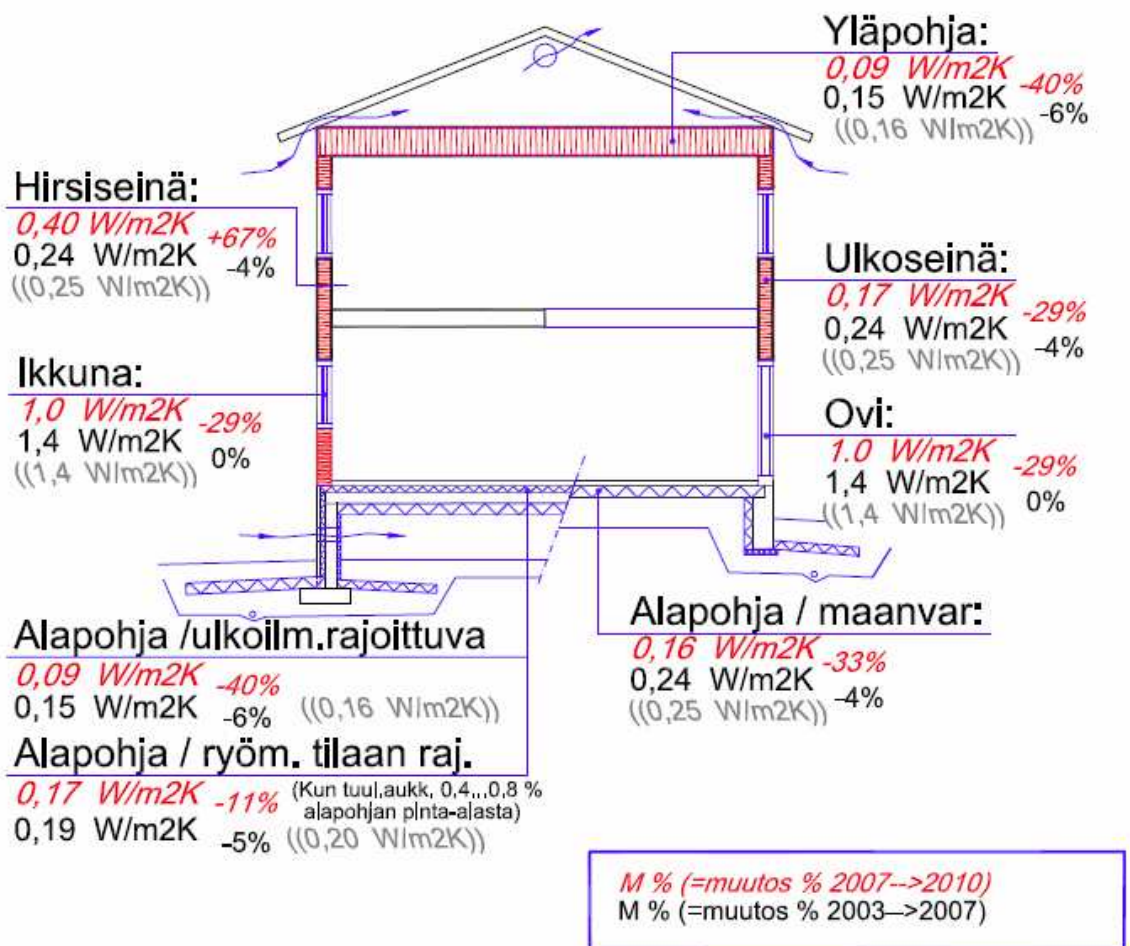
Taulukko 3. Rakennusmääräyskokoelman vaatimuksen kehittyminen [12].

| Rakennusosien U-arvot | 1976 | 1978 | 1985 | 2003 | 2007 | 2010 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| Ulkoseinät | 0,40 | 0,29 | 0,28 | 0,25 | 0,24 | 0,17 |
| Yläpohja | 0,35 | 0,23 | 0,22 | 0,16 | 0,15 | 0,09 |
| Alapohja | 0,40 | 0,40 | 0,36 | 0,25 | 0,24 | 0,17/0,16 |
| Ikkuna | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,4 | 1,4 | 1,0 |
| Ovet | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,4 | 1,4 | 1,0 |
| Muut keskeiset arvot | | | | | | |
| Vuotoilmaluku (n50-luku) | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 |
| LTO:n vuosihyötysuhde % | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 45 |
| Vaipan lämpöhäviön jousto % | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 30 |

Rakennusten energiatalous on noussut vasta 2000-luvulla voimakkaasti keskustelun aiheeksi. Keskeisimpiä syitä tähän ovat ilmaston muutos ja energian hinta. Ilmaston muutos ja energi-

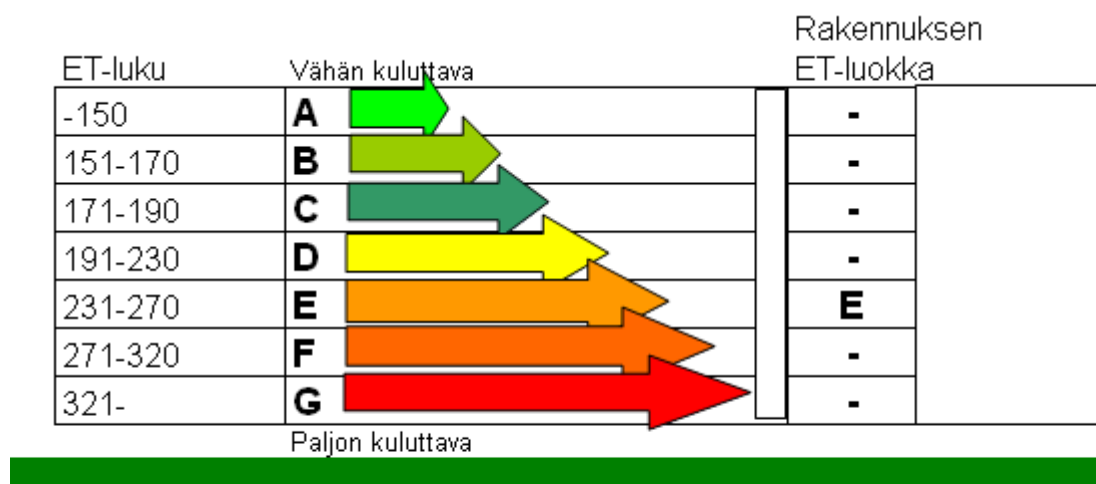
an tuottaminen ovat suoraan syy-yhteydessä. Edellä olevasta taulukostakin voi tehdä johtopäätöksen 2000-luvun heräämisestä energiansäästämiseen. Vuonna 2003 rakennusmääräyskokoelman U-arvo- ja vuotoilmalukuja kiristettiin merkittävästi. Samaan aikaan uudisrakentamisen lämmöntalteenotto on tullut pakolliseksi. Seuraava merkittävä määräysten kiristys on tullut voimaan vuoden 2010 alussa. Uusia energiasäästöön tähtäviä määräyksiä suunnitellaan, ja vuonna 2012 pitäisi tulla taas tiukennuksia määräyksiin.

Kuvassa 10 on rakennusmääräyskokoelma C3:n määräämät rakenteiden vertailu-U-arvot ja niiden muutos aikaisempaan nähden. Punaisella on merkitty vuoden 2010 alusta voimaantulleen RakMk C3:n määräykset. Mustalla on merkitty RakMk C3, joka on tullut voimaan vuoden 2007 alusta. Harmaalla on merkitty RakMk C3, joka on tullut voimaan vuoden 2003 alusta. [18.]



Kuva 10. Rakenteiden kehitys energiataloudellisemmaksi [6].

Esimerkki: Vuoden 2010 alussa voimaan tulleet rakennusmääräyskokoelma C3:n määräykset korvasivat vuonna 2007 tulleet määräykset. Kuvissa 11 ja 12 on saman omakotitalon energiatehokkuusarvot laskettuna vanhoilla ja uusilla määräyksillä. Energiatehokkuuslaskenta on suoritettu Energiajuniori-ohjelmalla.

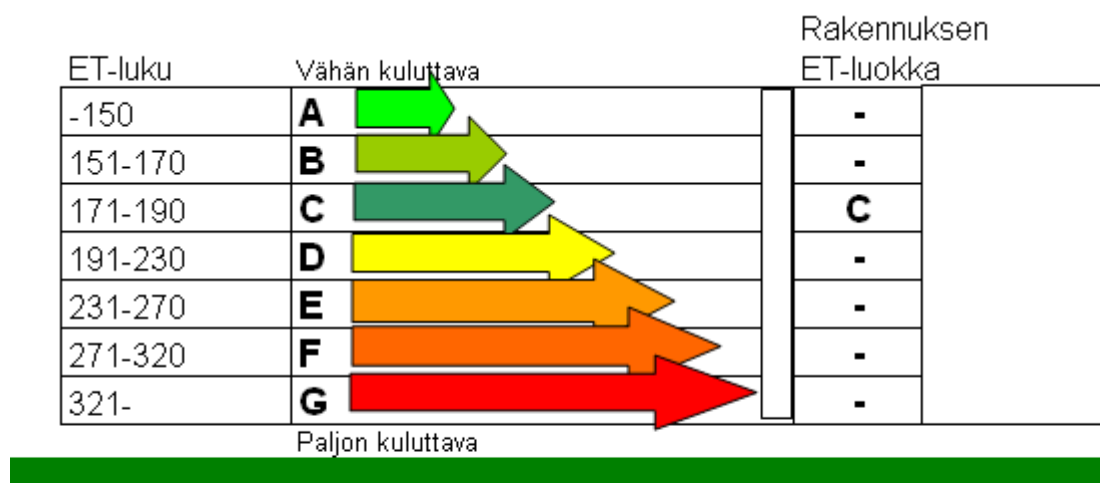


Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

247

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: PIENET ASUINRAKENNUKSET

Kuva 11. Omakotitalon ET-luku 2007 voimaan tulleilla määräyksillä.



Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

180

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: PIENET ASUINRAKENNUKSET

Kuva 12. Omakotitalon ET-luku 2010 voimaan tulleilla määräyksillä.

Uudet rakennusmääräyskokoelman määräykset parantavat laskennallista energiatehokkuusluokkaa noin 27 % entisiin määräyksiin verrattuna. On kuitenkin huomattava, että rakennusmääräyskokoelman ohjearvot ovat maksimiarvoja.

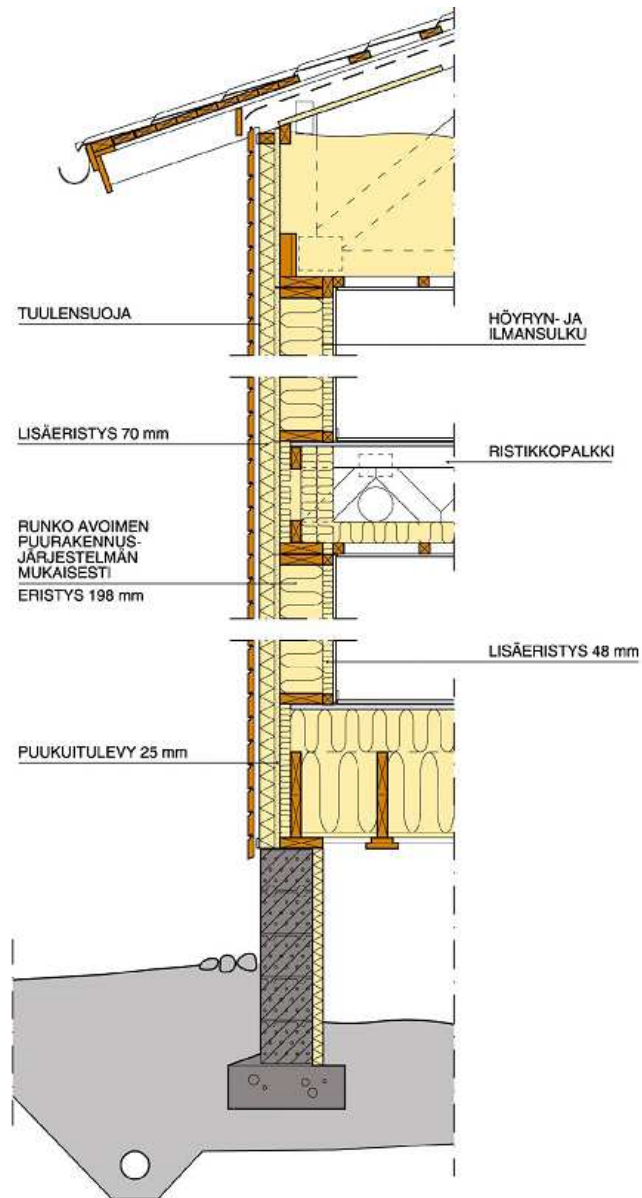
Rakennuslalla tutkitaan ja mietitään kuumeisesti erilaisia energiataloudellisia ratkaisuja asuintaloihin. Tämän hetken käsitteillä puhutaan normitaloista, matalaenergiataloista ja passiivitaloista.

Normitalo on rakennus, joka on tehty rakennusmääräyskokoelman vaatimustason mukaan. Normitalon nettoenergian tarve on 60–80 kWh/(m²a). Matalaenergiarakennukset jaetaan kahteen energiatehokkuusluokkaan: matalaenergiatalot ja passiivitalot. [19.]

Matalaenergiatalo on rakennus, jonka tilojen lämmitys- ja jäähdytysenergian nettoenergian ominaistarve on välillä 26–50 kWh/(m²a). Matalaenergiataloja voidaan määritellä tarkemmin tilojen energiantarpeen osalta energiantarveluokituksella. Esimerkiksi M-40 tarkoittaa matalaenergiataloa, jonka tilojen lämmitys- ja jäähdytysnettoenergian ominaistarve on 40 kWh/(m²a). Matalaenergiatalojen luokat ovat M-30, M-40 ja M-50.[19.]

Passiivitalo on rakennus, jonka tilojen lämmitys- ja jäähdytysenergian nettoenergian ominaistarve on alle 25 kWh/(m²a). Passiivitaloja voidaan määritellä tarkemmin tilojen energiantarpeen osalta energiantarveluokituksella. Esimerkiksi P-20 tarkoittaa matalaenergiataloa, jonka tilojen lämmitys- ja jäähdytysnettoenergian ominaistarve on 20 kWh/(m²a). Passiivitalojen luokitus on P-15, P-20 ja P-25. [19.]

Kuvassa 13 on esitetty passiivitalon rakenteellisia suunnitteluarvoja, joilla vaadittava energiakulutusraja saavutetaan. Passiivitalon vuotoilmatiiviys täytyy olla todella hyvä.



- Tilojen lämmityksen energiantarve 25 kWh/m²
- Suunnitteluarvoja:
 - Seinä 0,09 W/m²K
 - Alapohja 0,1 W/m²K
 - Yläpohja 0,08 W/m²K
 - Ikkuna 0,8 W/m²K
 - Kiinteä ikkuna 0,7 W/m²K
 - Ulko-ovi 0,4 – 0,7 W/m²K
 - Ilmanpitävyys $n_{50} < 0,6$ 1/h

Kuva 13. Passiivitalon rakenteiden suunnitteluarvoja [19].

Taulukossa 4 on esitetty eri aikakausien ja rakennustyyppien lämmitys- ja kokonaisenergian kulutuksen kehittymistä [20].

Taulukko 4. Rakennustyyppien energiatasoja [20].

RAKENNUSTEN ENERGIAKULUTUSTASOJA

| Lämmitysenergian kulutus kWh/hyötym ² /a | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Rakennus- tyyppi | Taso 6 Normitalo 1985 | Taso 5 Normitalo 2003 | Taso 4 Normitalo 2010 | Taso 3 Matala- energiatalo | Taso 2 Minimi- energiatalo | Taso 1 Passiivi- talo | Taso 0 Nollaenergia- talo |
| Asuin- rakennukset | 150 | 100 | 65 | 50 | 25 | 15 | 0 |
| Toimisto- rakennukset | 90 | 75 | 50 | 35 | 15 | 10 | 0 |
| Kokonaisenergiankulutus kWh/hyötym ² /a | | | | | | | |
| Rakennus- tyyppi | Taso 6 Normitalo 1985 | Taso 5 Normitalo 2003 | Taso 4 Normitalo 2010 | Taso 3 Matala- energiatalo | Taso 2 Minimi- energiatalo | Taso 1 Passiivi- talo | Taso 0 Nollaenergia- talo |
| Asuin- rakennukset | 195 | 135 | 100 | 75 | 40 | 25 | 0 |
| Toimisto- rakennukset | 90 | 75 | 70 | 50 | 25 | 20 | 0 |

4.3 Kiinteistönhoidon ja ylläpidon merkitys energian kulutukseen

Kaikkeen energiankulutukseen voidaan vaikuttaa rakennusten lämmittämisessä ja asumisessa. Sisälämpötilan tulisi olla tasaisesti huoneistossa 21–22 C°. Yhden asteen lämpötilan pudotus säästää 5 % lämmitysenergiaa. Tyhjiin vuokra-asuntojen lämmön pudotukset tulee huolehtia sellaiselle tasolle, ettei rakenteille aiheuteta vaaraa. Lämmitysjärjestelmän säätö vaatii ammattitaitoa, jotta se saadaan toimimaan mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti. LVI-tekniikan automaation toimivuudella on suuri merkitys kiinteistön energiataloudelle.

Ilmastoinnin ja lämmitysjärjestelmän symbioosin ymmärtäminen on keskeinen osa asumismukavuuden ylläpitoa. Helposti tehdään vahinkoa LVI-järjestelmän säätöihin ja energiataloudellisuudelle, jos ei tarkasti mietitä, mistä jokin ongelma johtuu.

Esimerkkinä tilanne, jossa asukas valittaa kylmäntunteesta, kun ilmastointi puhalttaa huoneeseen korvausilmaa. Monesti huoltomies kääntää ainoastaan patteritermostaattia isommalle tai poistaa koko termostaatin. Yleensä tämä on virhe. Korjauksena pitää tutkia, minkälämpöistä ilmastoinnin tuloilma on ja nostaa tuloilman lämpötilaa muutama aste korkeammaksi kuin tavoitesisälämpötila ja vastaavasti patteritermostaattia pienennetään. Tuloilman päätelaite suunnataan siten, ettei se puhalla suoraan keskeisimmälle oleskelualueelle.

Esimerkkitilanteessa tapahtuu energiataloudellisesti merkittävä asia. Ilmastoinnin liian alhainen tuloilmanlämpötila jäädyttää huonetta ja vastaavasti lämmitysjärjestelmä yrittää pitää huoneen lämpötilaa yllä.

Vuokra-asunnoissa veden ja sähkön huoneistokohtainen mittausta on ylivoimaisesti tehokkain energiansäästötoimenpide. Tällä vaikutetaan suoraan ihmisten käyttötottumuksiin. Veden ja sähkön kulutus näkyy asukkaan laskussa, ja näin asukkaan on helppo seurata omaa kulutuskäyttäytymistään. Vesikalusteiden ja sähkölaitteiden kuntoon asukas kiinnittää itse huomiota, koska esimerkiksi vuotava vessanpönttö kuluttaa vettä vuodessa todella paljon. Asukas ei varmasti maksa mielellään suurempaa vesilaskua kuin on välttämätöntä. Hän ilmoittaa huoltoyhtiöön tai isännöitsijälle asiasta, ja näin asia saadaan korjattua. Jos huoneistokohtaista vedenmittausta ei ole, tällaiset asiat jäävät usein ilmoittamatta.

Erityisesti ikkunat ja ovet ovat kiinteistön rakenteita, joita voidaan huoltaa. Tiivisteitä voidaan vaihtaa, toimivuutta säätää ja ovien lukkotiukkuutta kiristää, ovilevy painautuu tiukemmin karmia vasten. Näillä tarkisteluilla ja huoltotoimenpiteillä voidaan parantaa vuotoilmatiiviyttä huoneistossa.

Kiinteistönhoidossa on tärkeää hahmottaa kiinteistön ylläpidon kokonaisuus. Kiinteistönhoito on ylläpitävää ja ennaltaehkäisevää toimintaa. Hyvällä kiinteistönhoidolla kiinteistön elinkaari pitenee ja kiinteistön käyttökustannus pystytään pitämään mahdollisimman tehokkaana. Omistajan kannalta tärkeä tekijä on tietenkin kiinteistön arvon säilyminen.

Kiinteistön huoltokirja on keskeinen väline hyvään kiinteistönhoitoon. Sähköistä huoltokirjaa on helppo käyttää kaikkien kiinteistön hoitoon ja hallintaan osallistuvien tahojen. Huoltokirjaan tulee kiinteistön huolto-ohjelma, huolto-ohjeet, kulutusseurannat ym. Kiinteistön huoltotapahtumat päivitetään huoltokirjaan. Hyvä ja huolellisesti ylläpidetty huoltokirja kertoo rakennuksen kunnosta ja toimivuudesta todella paljon. Kiinteistönhoito on keskeisimmässä osassa vaikuttamassa rakennuksen elinkaarenaikaiseen energiankulutukseen.

5 SIIKALATVAN KUNNAN KIIINTEISTÖKANTA

5.1 Kiinteistömassa

Siikalatvan kunta syntyi vuoden 2009 alussa neljän kunnan kuntaliitoksen tuloksena. Kuntaliitoksessa on mukana Kestilän, Piippolan, Pulkkilan ja Rantsilan entiset kunnat. Siikalatvan kunnan väestömäärä on noin 6500 henkeä.

Siikalatvan kunnan omistama kiinteistömassa koostuu näiden neljän vanhan kunnan kiinteistöistä. Kiinteistömassa jakaantuu seuraavasti:

- Asuinrakennukset 13086 m²
- Hallinto- ja laitosrakennukset 48781 m²
- Tehdas- tuotantorakennukset 8965 m²
- Muut rakennukset 5344 m²

Siikalatvan kunta on vielä nuori, joten kiinteistömassan kartoitus- ja tilaselvitystyö on käynnissä. Kiinteistömassa on iso, ja siinä on hyvin erityyppisiä kiinteistöjä. Kiinteistöjen ikärakenne on laaja.

Tämän insinööritöön pohjana on vuonna 2009 tehty rivitalokiinteistöjen kartoitustyö. Rivitalokiinteistöt sijaitsevat Kestilän kirkonkylällä.

5.2 Kiinteistöjen kartoitustyö

Kuntaliitoksessa syntyy iso kiinteistökanta yhden hallintoelimen alaisuuteen. Haasteellista tällaisessa kiinteistökannassa on saada kiinteistömassa hallintaan. Pitäisi nopeasti luoda kiinteistöhallintastrategia. Kuinka kiinteistöt kartoitetaan, dokumentoidaan, arvioidaan kiinteistön käyttöarvo kunnalle? Mihin kiinteistöihin kannattaa panostaa, ja mitkä käytännössä hävitetään?

Toimiva strategiamalli on kiinteistöjen luokittelu. Kiinteistöt luokitellaan esimerkiksi neljään luokkaan.

Luokka 1. Kiinteistön kunto hyvä, käyttöaste korkea, ylläpitokustannukset kohtuulliset. Näihin kiinteistöihin panostetaan ensisijaisesti, jotta kiinteistön taso ja kunto säilyy. Tehdään investointeja, joilla ylläpitokustannuksia saadaan matalammiksi.

Luokka 2. Kiinteistön kunto kohtuullinen, käyttöaste hyvä. Tämän luokan kiinteistöihin suunnitellaan toimenpiteet ja toimenpiteiden rahoitus. Tarkastellaan kiinteistön käyttöä ja elinkaarta laajemmin.

Luokka 3. Kiinteistöt, jotka palvelevat käyttötarkoitustaan tyydyttävästi, ylläpitokustannukset korkeat, käyttöaste vajaa, tulevaisuuteen ei näköpiirissä käyttötason nousua tai erityisempää tarvetta. Näihin kiinteistöihin kohdistetaan normaali kiinteistöhoito, mutta ei investoida. Periaatteena kiinteistö käytetään loppuun ja poistetaan käytöstä.

Luokka 4. Kiinteistöt, jotka ovat elinkaarensa lopussa. Kiinteistöillä ei ole käyttöä ja kunto on huono. Nämä kiinteistöt myydään tai puretaan.

Siikalatvan kunnan kiinteistömassan tarkempi kartoitustyö alkoi Kestilän kiinteistöistä. Tutkin insinööriharjoittelun aikana 1/2009-5/2009 kahdeksan rivitaloa ja yhdeksän yleistä kiinteistöä. Kartoituksessa tehtiin jokaisesta tutkitusta kiinteistöstä raportti. Se sisälsi kiinteistön perustiedot, laajuustiedot, rakennetietiedot, rakenteiden U-arvolaskelmat, korjaushistorian, LVIS-järjestelmätiedot ja energiatodistuksen. Raportin lopussa on energiatalouden parannusehdotuksia ja laskelmia toimenpiteiden energiansäästövaikutuksista. Kiinteistö kartoitettiin piirustusten ja olemassa olevien dokumenttien avulla. Kohteissa käytiin varmentamassa dokumenttien tiedot. Energialaskelmat ja energiatodistukset laadittiin todellisilla energiakulutusmäärillä.

Tässä insinööriyössä tutkitaan eri vuosikymmenillä rakennettujen rivitalokiinteistöjen energiataloutta ja energiankulutuksen muutoksia. Tutkimustulokset pohjautuvat kahdeksan rivitalokiinteistön kartoitusraporttiin. Tutkitut kiinteistöt edustavat 1960-, 1970-, 1980- ja 1990-luvun rakennustekniikkaa. Tutkimuksen rivitalot kattavat noin 25 %:n osuuden koko Siikalatvan kunnan asuinkiinteistökannasta.

6 SIIKALATVAN KUNNAN RIVITALOJEN ENERGIA TASOJEN TUTKIMUS

6.1 Tutkittavat rivitalot Kestilässä

Tutkittavia rivitalokiinteistöjä oli yhteensä kahdeksan kappaletta. Kaikki kiinteistöt sijaitsevat Siikalatvan kunnassa Kestilän kirkonkylällä. Siikalatvan kunta omistaa kiinteistöt. Kunta isännöi ja ylläpitää näistä tutkituista kiinteistöistä neljää. Loput kiinteistöt ovat asunto-osakeyhtiöitä ja niiden isännöinnistä vastaa kiinteistöhuoltoyritys.

Kiinteistöjen tutkiminen ja raportin laatiminen tapahtui piirustusten, energiatietojen ja katselmuksen pohjalta. Painopiste tutkimuksessa oli energiankulutukseen vaikuttavissa asioissa. Kiinteistöjen energiankulutustasoista tehtiin vertailukelpoisia keskenään, jotta nähdään eri-ikäisten rakennusten kulutustasot.

Energiankulutuksen ja rakennuksen vaipan lämmöneristävyyssuhde tulee esille, kun rakennusosien U-arvoja ja energiankulutuksen tasoa vertaillaan.

Kiinteistöjen rakennusvuodet jakaantuvat neljälle eri vuosikymmenelle. Rakennusvuodet vaihtelevat kiinteistöissä 1961–1992. Tutkimuksen kannalta tämä on erittäin hyvä asia. Kiinteistöt kuvastavat pitkän aikajänteen rakentamisen ja rakenteiden kehitystä.

Taulukossa 5 on esitetty tutkittujen kiinteistöjen laajuustiedot sekä rakennusten määrä kiinteistöissä.

Taulukko 5. Tutkitut rivitalokiinteistöt

| | Kiinteistön nimi | Rakennus | Osoite | Taloja | Asuntoja | ET-tod. | Isännöinti |
|----|-------------------------|----------|----------------|--------|----------|---------|------------|
| | | vuosi | | kpl | kpl | brm2 | |
| 1. | Opettajain asuntola | 1961 | Tiinanmäki 8 | 1 | 8 | 705 | Kunta |
| 2. | Rivitalo Kestilä | 1975 | Hallintotie 7 | 1 | 6 | 465 | Kunta |
| 3. | Hakatien vuokratalot | 1978 | Hakatie 4 | 2 | 11 | 712,8 | Kunta |
| 4. | Kiinteistö Oy Viertotie | 1982 | Viertotie | 4 | 17 | 1240,8 | Kunta |
| 5. | As. Oy Pehkolanranta | 1986 | Hiissarintie 9 | 2 | 7 | 453,2 | Koskinen |
| 6. | As. Oy Hiissarinpuisto | 1989 | Hiissarintie 7 | 2 | 8 | 486,6 | Koskinen |
| 7. | As. Oy Harjutie | 1990 | Harjutie 12 | 2 | 9 | 532 | Koskinen |
| 8. | As. Oy Maksinharju | 1992 | Harjutie 2 | 2 | 8 | 501,5 | Koskinen |
| | Laajuustiedot yhteensä | | | 16 | 74 | 5096,9 | |

Rivitalot ovat kaikki yksitasoisia. Kiinteistöt ovat pääsääntöisesti vuokra-asuinkäytössä. Joissakin kohteissa on kuitenkin muutakin toimintaa, esimerkiksi päiväkotia ja kehitysvammaisten asuntola. Muutamissa kiinteistöissä on huoneistoja ollut tyhjiään pitkiäkin aikoja.

6.2 Kiinteistöjen rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

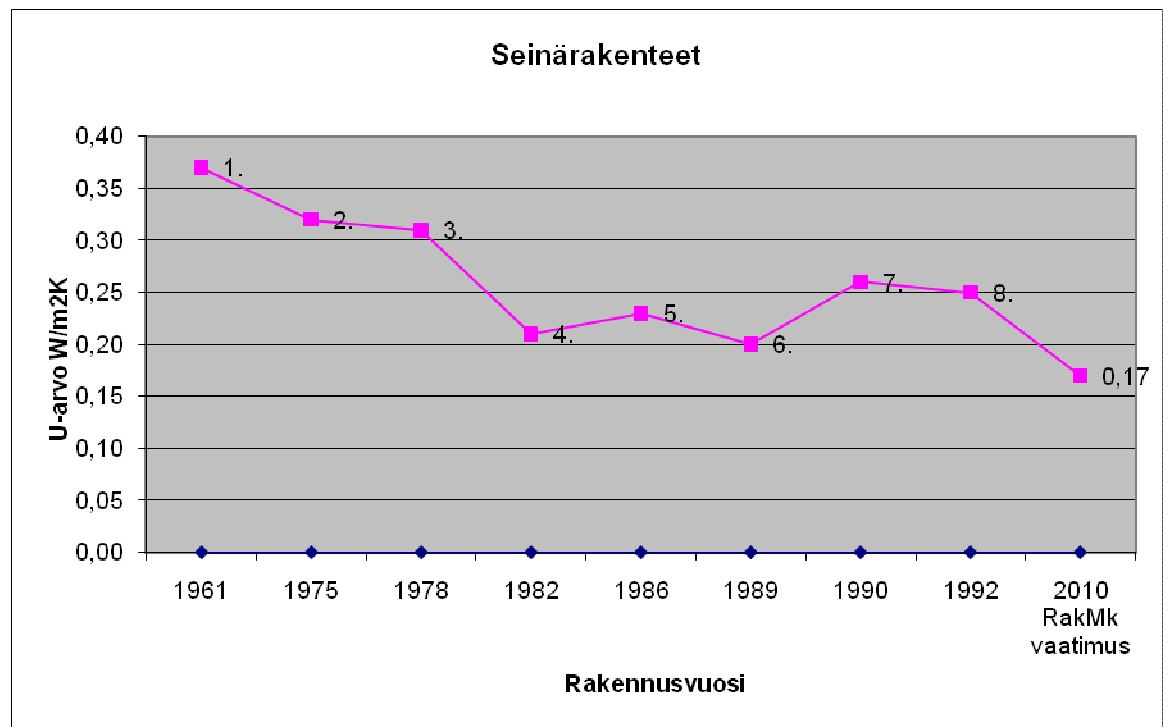
Tässä luvussa käsitellään tutkittujen rakennusten rakenteiden lämmöneristävyyttä ja vertaillaan toisiinsa vastaavia rakennusosia. Rakennusten U-arvotulokset esitetään vanhimmasta nuorimpaan järjestyksessä ja numeroinnilla taulukkoon 5 pohjautuen. Kuvaaja havainnollistaa rakennetyyppikohtaisesti U-arvojen kehittymisen tutkituissa kiinteistöissä.

6.2.1 Ulkoseinärakenteet

Tutkituissa rakennuksissa seinärakenteiden lämmönläpäisykerroin eli rakenteen U-arvo vaihtelee paljon. Vanhimmat rakenteet ovat lämmöneristävyydeltään erittäin paljon heikompia kuin uudemmat. Vuonna 1961 rakennetussa kohteessa seinärakenteen U-arvo on 0,37 W/m²K ja vastaavasti paras seinärakenne tutkituista on U-arvoltaan 0,21 W/m²K. Rakenteen U-arvo riippuu materiaalin vahvuudesta ja siitä, mitä lämmönjohtavuusarvoa materiaaleilla käytetään.

Paras seinärakenne ei ollut uusimmissa taloissa vaan vuonna 1982 rakennetussa neljän talon kiinteistöyhtiössä. Talot on suunnitellut ja toteuttanut siihen aikaan paikallinen talotehdas nimeltään Eco talo. Rakennukset on suunniteltu kokonaisuudessaan energiatehokkailla rakenteilla. Yritys on ollut edellä aikaansa energiataloudessa. Niinpä se on mennyt konkurssiin, koska talot olivat liian arvokkaita tuonhetkiseen tilanteeseen.

Kuvasta 14 nähdään tutkittujen rakennusten seinärakenteiden U-arvot ja rakentamisvuodet. Taulukossa on oikealla rakennusmääräyskokoelman uusi vaatimus ulkoseinärakenteen U-arvolle, joka on $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vaatimus on tullut voimaan lämpimiin uusiin asuinrakennuksiin vuoden 2010 alusta. [7.]



Kuva 14. Tutkittujen kiinteistöjen seinärakenteet.

6.2.2 Lattiarakenteet

Tutkituissa rivitaloissa lattiarakenteet ovat pääsääntöisesti maanvaraisia betonilattioita. Vuonna 1990 rakennettu asunto Oy Harjutie 12:ssa (7.) on tuulettuva rossirakenne alapohja. Opettajain asuntola (1.) on rakennettu 1961, sen lattiarakenteen leikkauspiirros on kellarin

kohdalta. Lattiarakenteen U-arvo on laskettu kyseisellä rakenteella ja ei välttämättä kuvaa todellista tilannetta. Maanvaraisen lattiarakenteen eristyksestä ei ole tarkempaa tietoa.

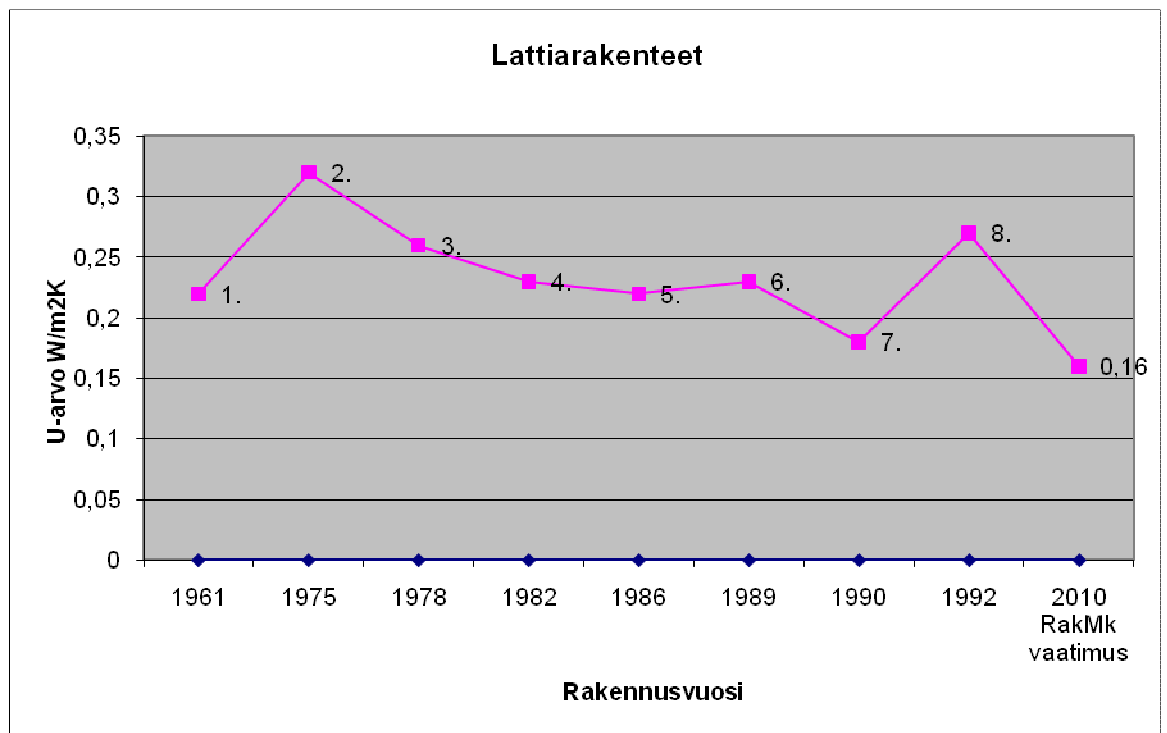
Maanvaraisten lattiarakenteiden energiahäviötä määritettäessä on huomattava, että rakenteen U-arvon laskentamalleja on kaksi erilaista käytössä. Rakennusmääräyskokoelma C4:ssä on toinen ohjeistus ja rakennusmääräyskokoelma D5:ssä toinen. C4:n mallia pitää käyttää taseuslaskennassa lämpöhäviötä määritettäessä. Tässä huomioidaan maanvastus U-arvoa parantavana tekijänä. D5:n mallissa ei huomioida maanvastusta ollenkaan. Tätä laskentamallia käytetään energiatodistusta laadittaessa.

Maanvaraisissa betonilattioissa eristeenä on EPS-levy. Eristeen vahvuus vaihtelee välillä 50–80 mm lattian keskialueilla, ja reuna-alueilla vaihtelu on 50–130 mm. Maanvaraisten lattioiden lämmönläpäisykerroin eli U-arvo on laskettu rakennusmääräyskokoelma C4:n mukaisesti. Lattian reuna-alueella ja keskialueella ei ole sama U-arvo, joten ilmoitettu arvo on koko lattian keskimääräinen lämmönläpäisykerroin. Tätä laskentamallia ei voi käyttää energiankulutuksen laskennassa.

Määritettäessä rakennuksen vaipan taseuslaskelman lämpöhäviötä käytetään lattiarakenteessa rakennusmääräyskokoelma C4:n laskentamallia U-arvon määrittämiseen. Maanvaraisen betonilattiarakenteen keskimääräinen U-arvo lasketaan siten, että ensin määritetään reuna-alueen ja keskialueen U-arvot. Sitten lasketaan kummankin alueen johtuva energiahukka. Koko lattialueen johtuva energiamäärä jaetaan koko lattian pinta-alalla ja saatu lämmönläpäisykerroin kuvastaa koko lattiarakennetta keskimääräisesti. [21.]

Kuvassa 15 ovat tutkittujen lattiarakenteiden U-arvot ja rakentamisvuodet. Taulukossa on oikealla rakennusmääräyskokoelman uusi U-arvovaatimus $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ maanvaraiselle lattiarakenteelle. Uuden lattiarakenteen lämmönläpäisykerroin määritetään suunnitteluvaiheessa rakennusmääräyskokoelma C4:n mukaisesti [21]. Uuden U-arvovaatimuksen täyttävä maanvarainen betonilattiarakenne saavutetaan, kun reuna-alueelle laitetaan metrin leveydelle EPS-eristettä 200 mm ja keskialueelle 150 mm.

Ryömintätilaan rajoittuvalla alapohjalla eli ns. rossilattialla on U-arvovaatimus $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

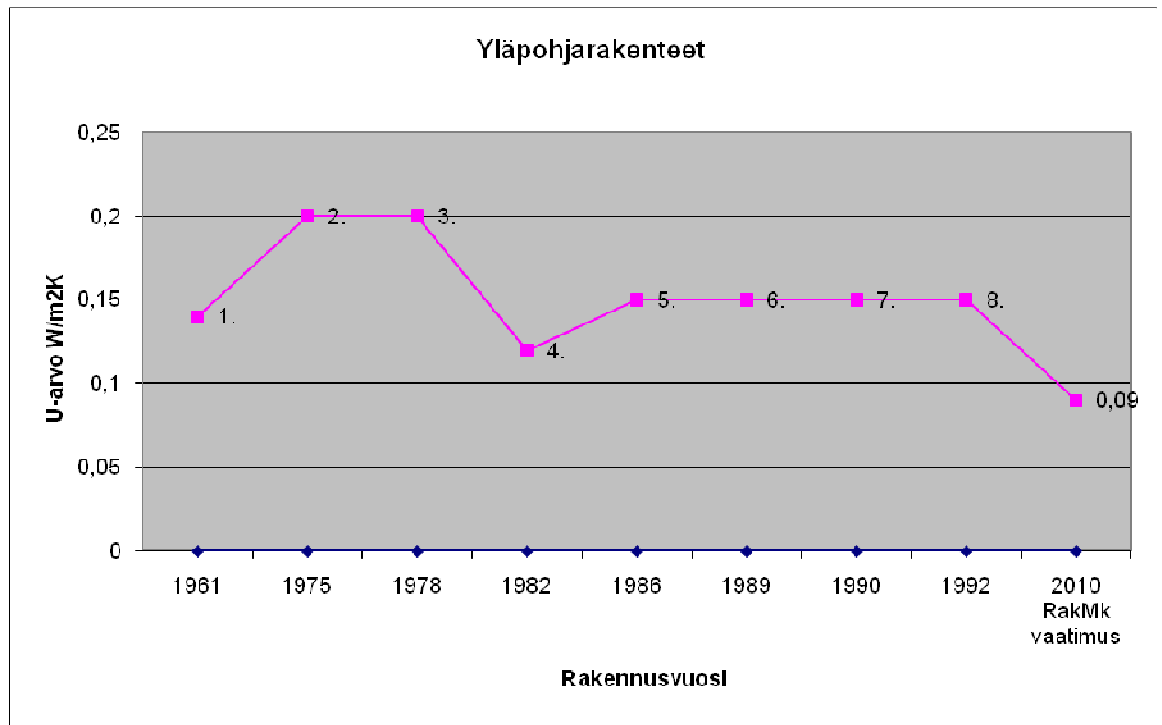


Kuva 15. Tutkittujen kiinteistöjen lattiarakenteet.

Rakennusmääräyskokoelman D5:n laskentatapa antaa noin 30 % korkeamman johtuvan hukkaenergiämäärän maanvaraisesta lattiarakenteesta verrattuna rakennusmääräyskokoelma C4:n laskentamalliin.

6.2.3 Yläpohjarakenteet

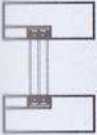

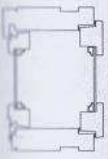
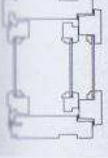
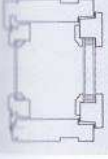
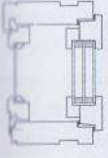
Tutkituissa kiinteistöissä on mineraalivillaeistys yläpohjarakenteessa. Eristevahvuus vaihtelee välillä 250-350 mm. Yläpohjarakenteiden eristevahvuudet on määritetty piirustuksista. Kiinteistöihin ei ole tehty lisälämmöneristystä yläpohjarakenteisiin. Kuvassa 16 ovat tutkittujen kiinteistöjen yläpohjarakenteiden U-arvot ja rakennusvuodet. Oikeassa reunassa on rakennusmääräyskokoelman uusin vaatimus yläpohjarakenteen U-arvolle, joka on 0,09 W/m²K. Uusin vaatimus tarkoittaa käytännössä uusissa rakennuksissa yläpohjarakenteen mineraalivillaeisteen vahvuudeksi 450 mm.



Kuva 16. Tutkittujen kiinteistöjen yläpohjarakenteet

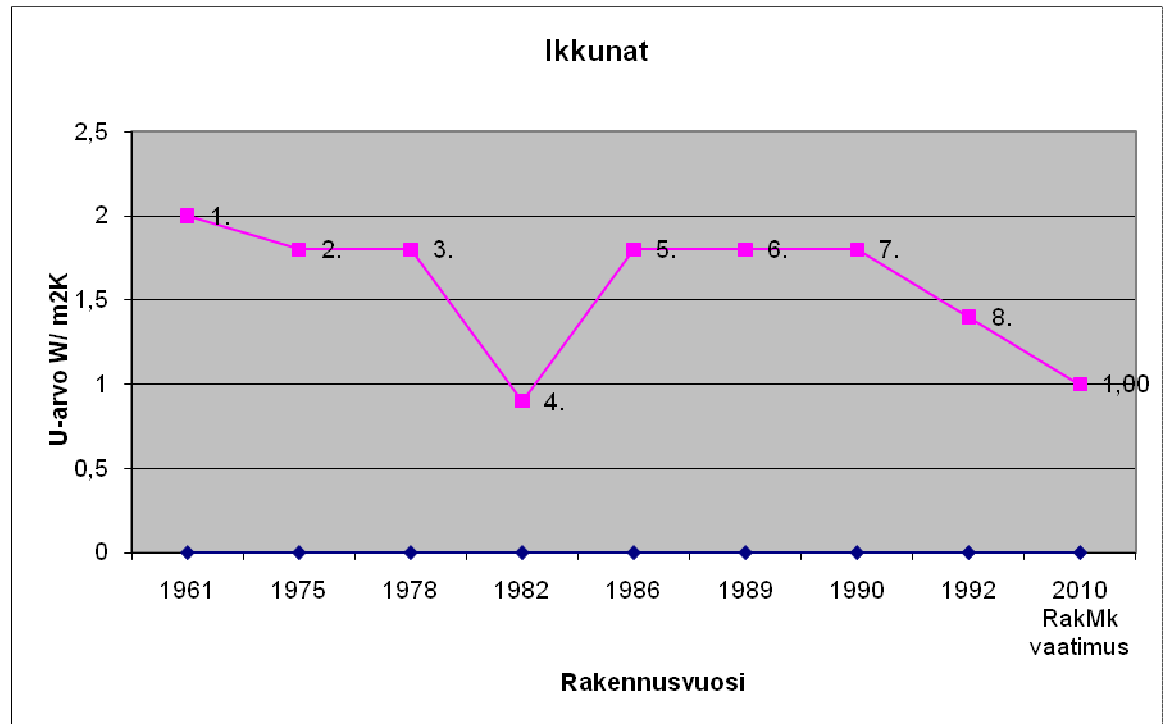
6.2.4 Ikkuna- ja ovirakenteet

Kaikissa tutkituissa kiinteistöissä ikkunat olivat alkuperäiset. Ikkunarakenteiden U-arvo on määritetty alla olevan kuva 17:n avulla [22].

| Ikkunan tyyppi | Lasiosa | Täytekaasu | 1,2m*1,2m ikkunan U-arvo (W/m²K) | Lasin keskiosan U-arvo (W/m²K) |
|---|----------------|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
|  | 3 * kirkas | ilma | 1,80–2,10 | 1,80–1,90 |
| | 2 * kirkas + | ilma | 1,30–1,50 | 1,20–1,40 |
| | 1 * selektiivi | argon | 1,10–1,40 | 0,95–1,25 |
| | | krypton | 1,00–1,20 | 1,10–0,85 |
| | 1 * kirkas + | ilma | 1,00–1,35 | 0,90–1,20 |
| | 2 * selektiivi | argon | 0,85–1,20 | 0,65–0,90 |
| | | krypton | 0,70–1,05 | 0,50–0,75 |
|  | 2 * kirkas | – | 2,4–2,9 | 2,7–2,8 |
| | | | | |
|  | 2 * kirkas | – | 2,3–2,8 | 2,8–2,9 |
|  | 3 * kirkas | – | 1,65–1,80 | 1,70–1,80 |
| | | | | |
|  | 3 * kirkas | ilma | 1,70–1,90 | 1,80–1,95 |
| | 2 * kirkas + | ilma | 1,30–1,55 | 1,10–1,50 |
| | 1 * selektiivi | argon | 1,15–1,40 | 0,95–1,35 |
| | | krypton | 1,10–1,35 | 0,85–1,10 |
|  | 4 * kirkas | ilma | 1,25–1,45 | 1,30–1,40 |
| | 3 * kirkas + | ilma | 1,10–1,30 | 0,90–1,25 |
| | 1 * selektiivi | argon | 1,00–1,25 | 0,75–1,10 |
| | | krypton | 0,90–1,15 | 0,70–0,95 |
| | 2 * kirkas + | ilma | 0,90–1,20 | 0,70–1,05 |
| | 2 * selektiivi | argon | 0,75–1,00 | 0,55–0,90 |
| | | krypton | 0,70–0,90 | 0,45–0,7 |
| | | | | |

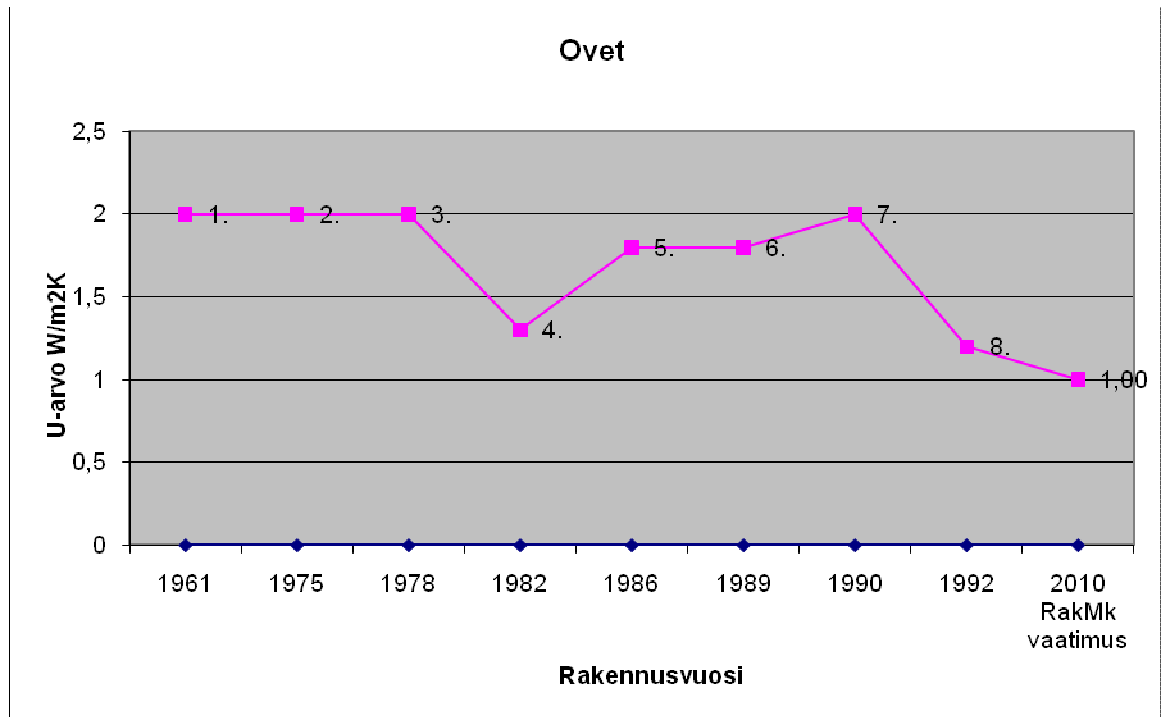
Kuva 17. ikkunatyyppit ja niiden U-arvot [22].

Kuvassa 18 on tutkittujen kiinteistöjen ikkunoiden U-arvot ja rakennusvuodet. Oikeassa reunassa on rakennusmääräyskokoelman uusi vaatimus ikkunoiden U-arvolle, joka on $1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Kuva 18. Tutkittujen kiinteistöjen ikkunoiden U-arvot

Kiinteistöjen ulko-ovet ovat alkuperäiset. Ovien U-arvo on määritetty silmämääräisesti ja käyttämällä vertailutekniikkaa. Kuvassa 19 ovat tutkittujen kiinteistöjen ulko-ovien U-arvot ja rakennusvuodet. Oikeassa reunassa on rakennusmääräyskokoelman uusi vaatimus ulko-ovien U-arvolle, joka on $1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Kuva 19. Tutkittujen kiinteistöjen ulko-ovien U-arvot

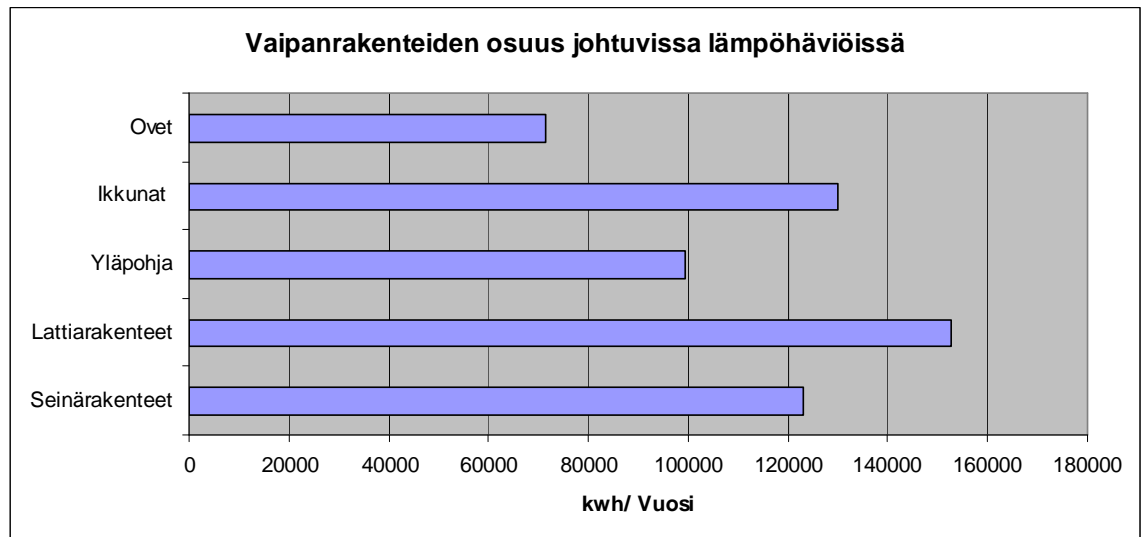
6.3 Rakenteiden johtuvien lämpöhäviöiden jakautuminen

Tässä luvussa tarkastellaan tutkitun kiinteistökannan vaipparakenteiden johtuvia lämpöhäviöitä. Tutkitun kiinteistömassan rakenteita käsitellään taulukoissa 12, 13 ja 14 kokonaisuutena. Kaikkien rakenteiden laskennallinen lämpöhäviö on määritetty rakennusmääräyskokoelma C4:n mukaan [1].

Kuvassa 20 on esitetty tutkitun kiinteistömassan rakenteiden lämpöhäviöt vuodessa. Taulukosta nähdään selkeästi ne rakenteet, joissa on suurimmat lämpöhäviöt. Lattiarakenteissa on suurin lämpöhäviö yksittäisistä rakenteista. Kun maanvaraisen lattiarakenteen lämpöhäviölaskelma tehdään rakennusmääräyskokoelma D5:n mukaisesti, niin laskennalliset lämpö-

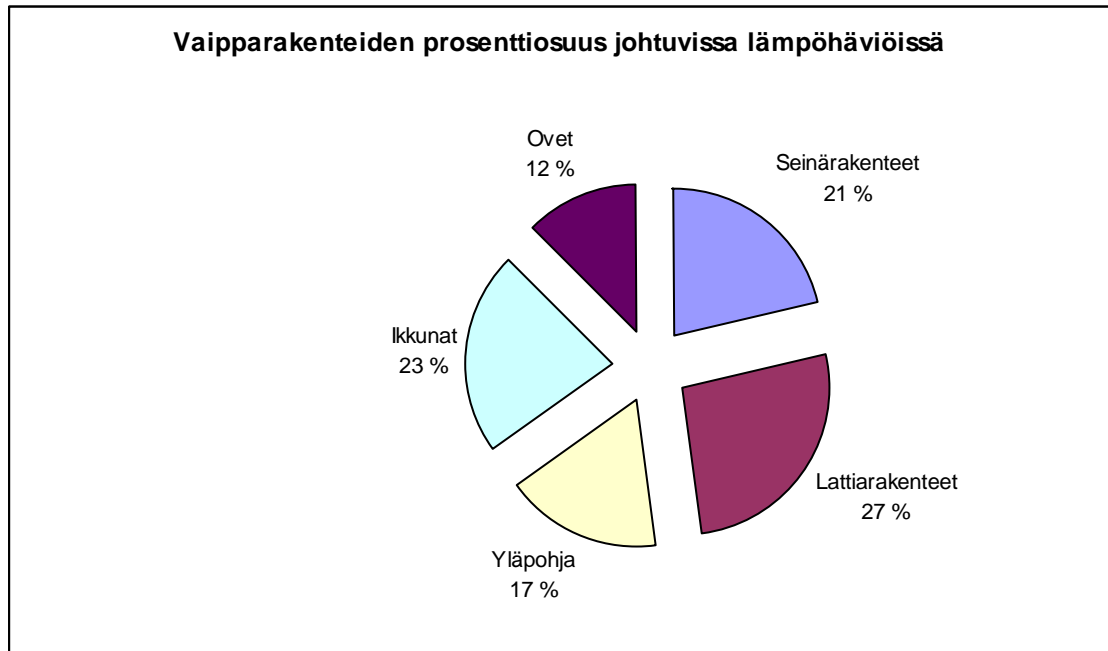
häviöt ovat huomattavasti suuremmat. Rakennusmääräyskokoelma D5:n laskentamallin lämpöhäviötulokset ovat noin 30 % suurempia kuin rakennusmääräyskokoelma C4:n tulokset.

Ikkunat ja ovet muodostavat selkeästi suurimman lämpöhäviörakenneryhmän.



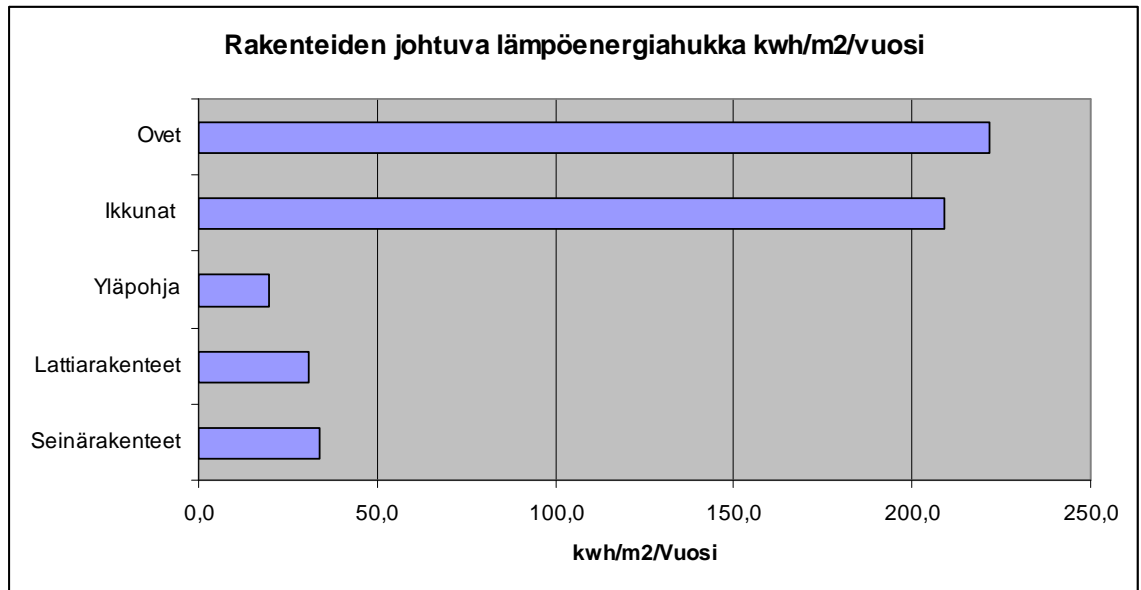
Kuva 20. Tutkitun kiinteistön vaipparakenteiden lämpöhäviöt

Kuvassa 21 on esitetty rakennusten vaipparakenteiden prosenttiosuudet koko rakennusvai-
pan lämpöhäviöistä. Ikkunat ja ovet muodostavat 35 % johtuvista lämpöhäviöistä ja lattiara-
kenteet 27 %.



Kuva 21. Tutkittujen kiinteistöjen vaipparakenteiden lämpöhäviö jakauma

Tarkasteltaessa eri rakenteiden lämpöenergian hukkaa rakenneliömetriä kohden huomataan huikea ero rakenteiden välillä. Kuvassa 22 on esitetty tutkittujen rivitalojen rakenteiden laskennalliset lämpöhäviöt neliötä kohden vuodessa. Ikkuna- ja ovirakenteiden lämpöhäviö neliömetriä kohden on 7–8 kertaa suurempi muihin rakenteisiin verrattuna.



Kuva 22. Rakennusosien lämpöhäviö neliömetriä kohden vuodessa

Kiinteistöjen peruskorjaussuunnittelussa on erittäin tarkkaan tutkittava vanhojen rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta, jottei tehdä virheratkaisuja esimerkiksi seinärakenteen sisäpuolisessa lisälämmöneristämisessä. Rakenteista tulee kartoittaa myös rakennusmateriaalit ja niiden toimivuus.

Vanhimman kiinteistön Opettajain asuntolan (1.), joka on rakennettu 1961, selkein rakenteellinen ongelma on höyryn- ja ilmansulun puuttuminen seinärakenteesta. Tämä aiheuttaa jo huomattavaa energiahukkaa ns. vuotoilmana. Seinärakenne on selkeästi luokiteltavissa riskirakenteeksi. Seinärakenteessa sisäilman kosteus tiivistyy ja aiheuttaa vaurioriskin.

6.4 Kiinteistöjen ilmanvaihto, vuotoilmatiiviys ja lämpöhäviöiden jakautuminen

Tutkituissa kiinteistöissä on ilmanvaihto toteutettu koneellisella poistoilmalla. Korvausilma tulee joko seinään asennetuista venttiileistä, ikkunoista olevista biobe-säleistä tai tiivisteraioista. Keskeisintä energiatalouden kannalta on huomioda, ettei yhdessäkään tutkituista kohteista ole ilmastoinnissa lämmöntalteenottojärjestelmää. Tältä osin kiinteistöt ovat vertailukelpoisia energiankulutuksessa.

Tutkittu kiinteistömassa sisältää 13864 rakennuskuutiometriä lämmintä tilaa. Asuinrakennuksen huoneilman tilavuuden tulee vaihtua vähintään kerran kahdessa tunnissa rakennusmääräyskokoelma D2:n mukaan, jolloin ilmanvaihtokerroin on 0,5 1/h [23]. Ilmanvaihdon tarvitsema lämmitysenergia koko kiinteistömassassa on noin 370 MWH.

Tutkituista kiinteistöistä ei ole mitattu tiiviyslukuja. Tampereen teknillisen yliopiston tutkimuksessa todetaan rakennusten ilmanvuotoluvusta seuraavaa. Ilmavuotoluvun vertailuarvon 4,0 1/h käyttö on hyvä toimintaperiaate, jos tarkempia mittauksia ei ole tehty. Tämä ilmavuotoluvun vertailuarvo ei kuitenkaan kannusta kaikissa tapauksissa riittävästi vaipan ilmanpitävyyden parantamiseen, koska se on jo suhteellisen alhainen arvo. Uusin tiiviysvaatimus on uudisrakennuksille 2,0 1/h.

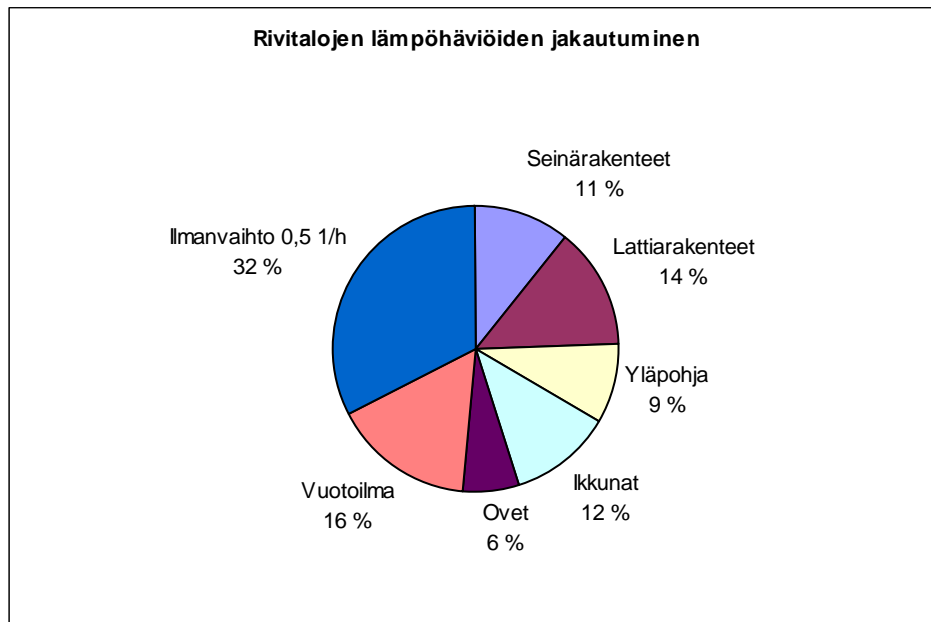
Todellisuudessa esimerkiksi noin puolessa puurunkoisista pientaloista on tätä heikompi ilmavuotoluvun arvo. Tätä voidaan korjata menettelyllä, jossa ilmavuotoluvulle annetaan kaksi vertailuarvoa, esim. 6,0 1/h ja 4,0 1/h. Vertailuarvoa 6,0 1/h käytetään, jos rakennesuunnittelun yhteydessä ei ole tehty erillisiä suunnitelmia ja toteutusohjeita vaipan ilmanpitävyyden varmistamiseksi. Vertailuarvoa 4,0 1/h voidaan käyttää, jos suunnitelmat on tehty.

Tätä paremman ilmavuotoluvun käyttö edellyttää joko erillistä mittausta tai laadunvalvontamenettelyyn siirtymistä nykyisen käytännön mukaisesti. Rakennusvalvonta arvioi, onko riittävät suunnitelmat tehty, jotta ilmavuotolukuna voidaan käyttää alempaa vertailuarvoa. [24.]

Rakennusten vuotoilman tiiviyttä ja sen tarvitsemaa lämmitysenergian määrää arvioidaan tässä laskelmassa käyttäen vuotoilma-arvona 6,0 1/h. Vanhimmissa 1960- ja 1970-luvulla rakennetuista kiinteistöissä on selkeästi nähtävissä rakenteista, ettei vuotoilmakäsite ja rakenteen ulkopinnan tuulensuojan merkitys ole ollut suunnittelussa vahva.

Kun tutkitun kiinteistömäärän tilavuudelle lasketaan edellä mainitulla vuotoilmaluvulla vuotoilman lämmitysenergian tarve, niin energiamääräksi saadaan 177,2 MWH. Tämä energiamäärä on suuntaa-antava, mutta erittäin merkittävä osa kokonaislämmitysenergian määrästä, noin 16 %.

Kuvassa 23 on esitetty tutkittujen kiinteistöjen lämpöhäviöiden jakautuminen.



Kuva 23. Tutkittujen kiinteistöjen kokonaislämpöhäviöjakauma

6.5 Kiinteistöjen LVS-tekniikka

Tutkituista kiinteistöistä kuudessa on kaukolämpö lämmitysenergian lähteenä. Asunto Oy Harjutie ja Maksinharju ovat sähkölämmitteisiä kiinteistöjä. Taulukossa 6 ovat kiinteistökohtaiset lämmitysenergiamuodot. KL tarkoittaa kaukolämpöä.

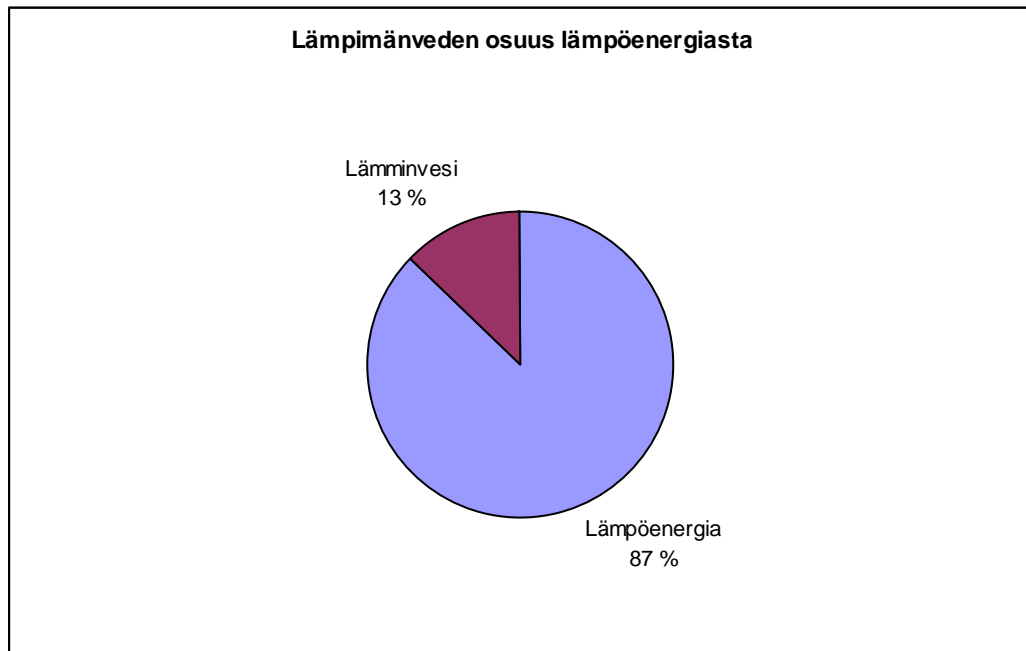
Taulukko 6. Kiinteistöjen lämmitysenergia muodot

| Kiinteistön nimi | Rakennus vuosi | Osoite | Lämmitys |
|-------------------------|-------------------|----------------|----------|
| Opettajain asuntola | 1961 | Tiinanmäki 8 | KL |
| Rivitalo Kestilä | 1975 | Hallintotie 7 | KL |
| Hakatien vuokratalot | 1978 | Hakatie 4 | KL |
| Kiinteistö Oy Viertotie | 1982 | Viertotie | KL |
| As. Oy Pehkolanranta | 1986 | Hiissarintie 9 | KL |
| As. Oy Hiissarinpuisto | 1989 | Hiissarintie 7 | KL |
| As. Oy Harjutie | 1990 | Harjutie 12 | Sähkö |
| As. Oy Maksinharju | 1992 | Harjutie 2 | Sähkö |

Kaukolämpökiinteistöissä on vesikiertoinen patteriverkosto. Kiinteistökohtaiset lämmitysverkostot ovat pääsääntöisesti alkuperäisiä. Rivitalo Kestilässä (rakennusvuosi 1975) on tehty putkiremontti.

Kiinteistöjen käyttöveden määrä on vuodessa 5185 m³. Lämpimän käyttöveden määrä laskeaan rakennusmääräyskokoelman D5:n mukaan siten, että kokonaisvedenkulutuksesta oletetaan lämmintä vettä olevan 40 %. Lämpimän veden tuottamiseen tarvitaan 58 kwh/m³ energiaa. [13.]

Kiinteistöissä on käytetty vuonna 2008 lämmitysenergiaa noin 940 MWH. Lämpimän käyttöveden tuottamiseen energiaa on kulunut laskennallisesti 120,3 MWH. Kuvassa 24 on esitetty lämmitysenergian jakautuminen.



Kuva 24. Lämpimän veden osuus lämpöenergiasta

6.6 Kiinteistöjen energiankulutustasojen yhteenveto

Tutkittavien kiinteistöjen energiankulutus on laskettu toteutuneilla energiankulutusmäärillä, jotta kulutusvertailu on mahdollista tehdä vertailukelpoisesti. Energiakulutus on määritetty energiatodistusopas 2007:n mukaisesti olemassa oleville rakennuksille [2].

Energiatehokkuusluvun luokittelussa on käytetty suuret rakennukset taulukkoa kaikissa tutkituissa kiinteistöissä. Energiatodistusasetuksessa määritellään luokitustaulukot erikokoisille ja -tyyppisille kiinteistöille. Taulukossa 7 on esitetty suurilla kiinteistöillä käytettävät energiatehokkuusluokat ja vastaavat energiatehokkuusluvut [25].

Taulukko 7. Suuret kiinteistöt

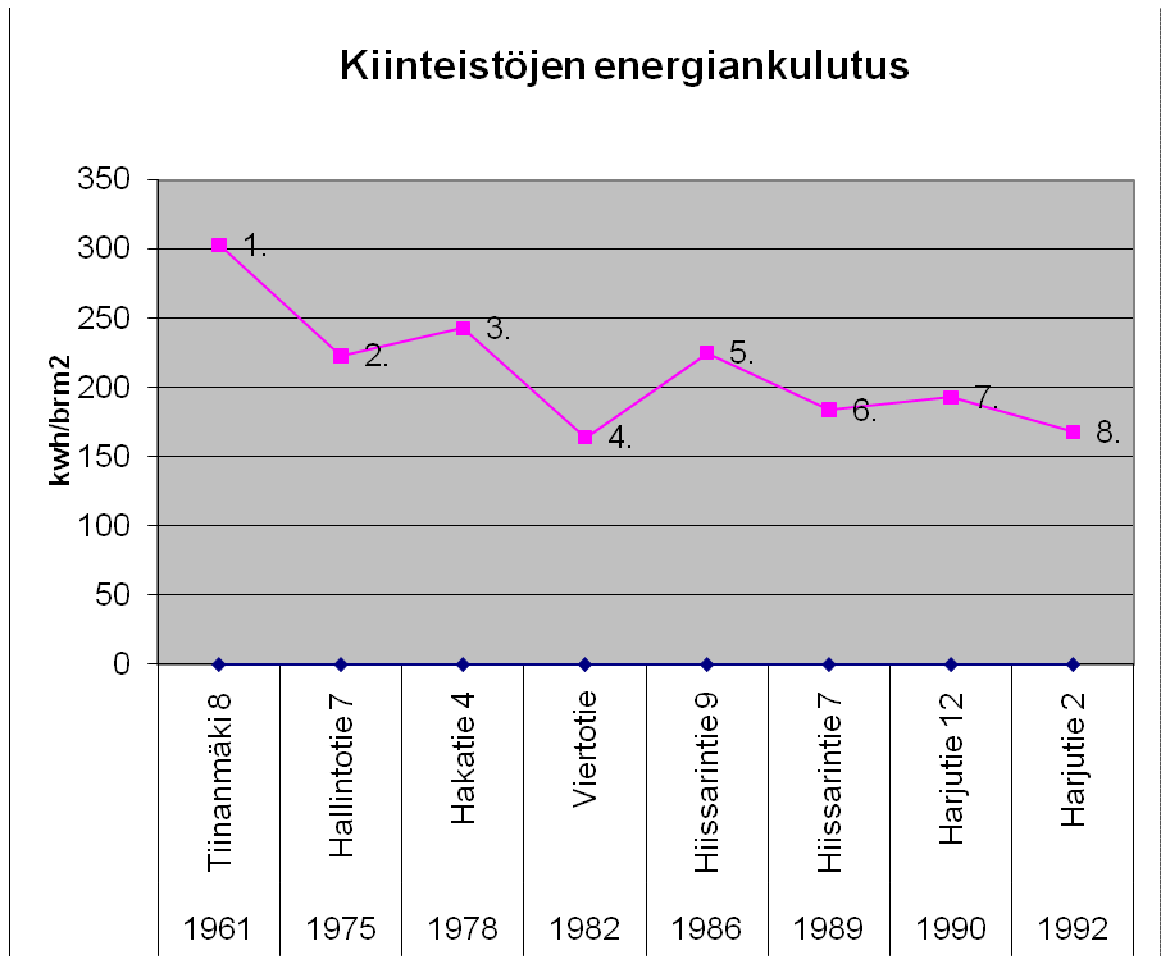
| Energiatohokkuusluokka | Energiatohokkuusluku (ET-luku, kWh/brm ² /vuosi) |
|------------------------|--|
| A | $ET \leq 100$ |
| B | $101 \leq ET \leq 120$ |
| C | $121 \leq ET \leq 140$ |
| D | $141 \leq ET \leq 180$ |
| E | $181 \leq ET \leq 230$ |
| F | $231 \leq ET \leq 280$ |
| G | $ET \geq 281$ |

Tutkituissa kiinteistöissä energiankulutus lämpimälle bruttoneliömetrille vaihtelee paljon. Vanhin kiinteistö Opettajain asuntola (1.) kuluttaa lähes kaksi kertaa enemmän energiaa kuin vähiten kuluttava Kiinteistö Oy Viertotie (4.). Taulukossa 8 ovat kiinteistöjen energiatohokkuusluvut ja energiatohokkuutta osoittava kirjainluokka.

Taulukko 8. Kiinteistöjen energiatohokkuusluvut ja kirjainluokat

| Kiinteistön nimi | Rakennus vuosi | Osoite | ET-luku kWh/brm ² | ET- Luokka |
|-------------------------|-------------------|----------------|---------------------------------|---------------|
| Opettajain asuntola | 1961 | Tiinanmäki 8 | 303 | G |
| Rivitalo Kestilä | 1975 | Hallintotie 7 | 223 | E |
| Hakatien vuokratilat | 1978 | Hakatie 4 | 243 | F |
| Kiinteistö Oy Viertotie | 1982 | Viertotie | 164 | D |
| As. Oy Pehkolanranta | 1986 | Hiissarintie 9 | 225 | E |
| As. Oy Hiissarinpuisto | 1989 | Hiissarintie 7 | 184 | E |
| As. Oy Harjutie | 1990 | Harjutie 12 | 193 | E |
| As. Oy Maksinharju | 1992 | Harjutie 2 | 168 | D |

Kuvassa 25 on esitetty kiinteistöiden energiankulutus energiatodistuksen mukaisesti kWh/brm². Diagrammi osoittaa selkeästi kiinteistön iän ja näin ollen parempien rakenteiden vaikutuksen energiankulutuksen pienenemiseen. Tutkitut kahdeksan rivitalokiinteistöä ovat kulluttaneet lämmitysenergiaa vuonna 2008 noin 940 MWH.



Kuva 25. Kiinteistöjen ET-lukujen vertailu

7 ENERGIAANSÄÄSTÖTOIMENPITEET JA KUSTANNUKSET

7.1 Keskeisimmät energiansäästötoimenpide-ehdotukset

Tässä esitetyt ehdotukset koskevat tutkittuja rivitalokiinteistöjä. Mikään toimenpide ei ole kohdistettu suoraan yksittäiseen kiinteistöön. Jokaisen kiinteistön kohdalla on mietittävää suunnitteluvaiheessa tehokkaimmat ja järkevimmat toimenpiteet.

Ehdotus 1.

Kiinteistön linjasäätöventtiileiden vaihto, lämmönjakoverkoston perussäätö ja patteriventtiileiden toimivuuden varmistaminen tai vaihto on tehokkain keino vaikuttaa energiankulutukseen. Kiinteistön lämmitysjärjestelmä saadaan kokonaisuutena toimivaksi ja asuintiloihin saadaan säädettyä tasainen optimi lämpötila. Lämmitysverkoston perussäädöllä ja patteriventtiileiden vaihdolla saavutetaan 10–15 %:n säästö lämmitysenergiankulutuksessa. Yhden asteen sisälämpötilan pudotus antaa 5 %:n säästön lämmitysenergiankulutuksessa. [11.]

Tutkittujen rivitalokiinteistöjen lämmittämiseen vuonna 2009 energiaa on kulunut 940000 kWh. Yhden asteen yleinen lämpötilan pudotus tekisi 47000 kWh säästöä vuodessa. Lämmitysjärjestelmän perussäädöllä saavutettu 10 %:n säästö olisi 94000 kWh. Rivitalo Kestilään on lämmitysjärjestelmän saneeraus tehty vuonna 2008.

Sisälämpötilojen seuranta ja tasaisuus koko kiinteistössä on keskeisin asia energiansäästöissä. Lämmitysjärjestelmän tehokkaan ja energiataloudellisen toiminnan seuranta mahdollistaa maksimaalisen energiansäästön. Vesikiertoisien lämmitysjärjestelmän tärkeimmät seuranta-kohteet ovat menoveden ja paluuveden lämpötilat.

Ehdotus 2.

Rakenteellisista toimenpiteistä ikkunoiden ja ulko-ovien vaihto on energiatehokkain keino. Ikkunoiden ja ulko-ovien vaihdolla parannetaan asumismukavuutta ja nostetaan kiinteistön tasoa. Tutkitut kiinteistöt ovat iältään 20–50-vuotiaita. Ikkunat ja ovet ovat vanhimmissa kiinteistöissä käyttöikänsä lopussa. Kiinteistöt, jotka on rakennettu 70-luvulla, ovat ehdottomasti peruskorjauksen tarpeessa. Näihin kiinteistöihin on erittäin suositeltavaa asentaa uudet ikkunat ja ovet.

Tutkituissa rakennuksissa vaipan johtuvista lämpöhäviöistä 35 % muodostuu ikkunoista ja ovista. Vanhoissa rakenteissa suuri vuotoilman aiheuttaja on rungon ja karmin välinen liittäminen. Tietenkin vanhat ikkunat ja ovet ovat myös ilmavuototiiveydeltään heikkoja.

Esimerkkinä tarkastellaan Rivitalo Kestilän energiasäästöä laskennallisesti. Kiinteistö on rakennettu vuonna 1975. Kiinteistössä on kuusi asuntoa. Ikkuna- ja oviremontin energiansäästölaskelmassa huomioidaan johtuvat lämpöenergiatuhut ja vuotoilmatiiviuden paraneminen. Ilmanvaihdon tarvitsema energiamäärä on myös laskelmassa mukana, mutta se ei muutu tässä tapauksessa. Vanhoilla ikkuna- ja ovirakenteilla kiinteistön laskennallinen energiahäviö on 105720 kWh.

Ikkunat ja ovet vaihdetaan rakennusmääräysten mukaiseksi, U-arvo 1,0 w/m²K. Oletuksena pidetään vuotoilmatiiviuden paranemista 20 prosentilla. Asennustyössä tiivistetään huolellisesti karmin ja rungon välinen liitos. Energiahäviö paranee laskennallisesti 19300 kWh eli 17 %.

Kun samalla menetelmällä tarkastellaan kaikkia kahdeksaa kiinteistöä, niin energian säästöksi tulee vuositasolla 114 100 kWh. Käytännössä seitsemään kohteeseen olisi suositeltavaa suunnitella ikkunoiden ja ovien vaihtoa. Kiinteistöyhtiö Viertotie sisältää kaikkien eniten rakennuksia ja asuntoja. Tässä kohteessa on alkuperäisesti erittäin hyvät ikkunat ja ovet. Vaihdeettavia ikkunoita olisi kaikkiaan tutkituissa kiinteistöissä 484 m² ja ulko-ovia 244 m².

Kari Hemmilän ja Risto Saarnin tekemässä Ikkunaremontit-kirjassa on esitetty viiden asuinrakennuksen ikkunaremontin toteutunut energiasäästö kokonaisenergiaan verrattuna. Kokonaisenergiassa on huomioituna lämpimän käyttöveden energiankulutus. Energiasäästöt ovat 7,3 %:n ja 15 %:n välissä. Remonttien yhteyteen on liittynyt muitakin toimenpiteitä, jotka vaikuttavat energiatalouteen.[22.]

Ehdotus 3.

Kaikissa tutkituissa kiinteistöissä on ilmanvaihto toteutettu koneellisella poistoilman vaihdolla. Ilmanvaihdon aiheuttamaa energiatuhukkaa on vaikea korjata yksinkertaisilla menetelmillä. Kiinteistön peruskorjausta ja perusparannusta suunniteltaessa tulee ehdottomasti harkita LTO-ilmastoinnin rakentamista. Rivitalokohteissa järkevin tapa toteuttaa LTO-ilmastointi on huoneistokohtainen järjestelmä.

Tutkitut kiinteistöt sisältävät noin 13800 m³ lämmintä tilaa. Kiinteistöjen laskennallinen korvausilman lämmittämiseen kuluva energia on noin 370000 kWh. Lämmöntalteenottoilma-
toinnilla, jonka vuosihyötysuhde on oltava vähintään 45 % rakennusmääräysten mukaisesti
uudisrakennuksissa, voitaisiin säästää energiaa 166100 kWh ilmanvaihdossa. Nykyaikaisissa
LTO laitteissa hyötysuhde on huomattavasti suurempikin, jopa 80 %.

Yleisesti voidaan todeta LTO-ilmastoinnin säästävän 20–25 % energiaa kiinteistön lämmitysenergiasta verrattuna suoraan poistoilmajärjestelmään.

Ehdotus 4.

Yläpohjan lisäeristäminen puhallusvillalla. Esimerkkinä tarkastellaan Rivitalo Kestilän energiasäästöä laskennallisesti yläpohjan lisäeristämisen hyödyistä. Yläpohjan U-arvo on 0,20 W/m²K ja pinta-ala on 465 m². Puhallusvillaa laitetaan 300 mm kerros lisää. Rakenteen U-arvo paranee 0,09 W/m²K. Rakenteen laskennallinen lämpöhäviö paranee 55 %. Energiämääränä laskennallinen säästö on 6650 kWh.

7.2 Toimenpiteiden kustannus ja takaisinmaksuaika energiansäästöllä mitattuna

Energiasäästön laskennassa käytetään lämmitysenergian hintana kaukolämmön hintaa, joka on noin 7 senttiä/ kWh.

Ehdotus 1.

Esimerkkinä kustannustasosta kun tehdään lämmitysjärjestelmän perussäätö, patteriventtiileiden vaihto sekä lämmönsäätöventtiilit ja sulut uusitaan, käytän insinööritoimisto A. Muutoselta saadun, vuonna 2009 toteutuneen urakkalaskennan hintaa.

Kohteessa on 21 asuntoa. Pattereita 104 kpl, lämmönsäätöventtiilit+ sulut 12 kpl, tarvikeet+ liittimet ja työ. Työ sisältää putkiston huuhtelun. Urakan hinta arvonlisäveroineen 23000 €.

Urakkahinta koostuu seuraavasti:

- Patteriventtiilit ja termostaatit 5500 €
- Lämmönsäätöventtiilit+ sulut 1800 €
- Asennustarvikkeet+ liittimet 3200 €
- Työ 12500 €

Esimerkissä patterikohtainen yksikköhinta on 221 €/ kpl.

Lämmitysjärjestelmän optimaalisesta toiminnasta voidaan laskea 10 %:n energiasäästö ja tässä yhteydessä kiinteistön kokonaislämpötila helposti putoaa yhdellä asteella, josta syntyy 5 %:n energiasäästö.

Tutkituissa kahdeksassa kiinteistössä lämmitykseen käytettävän energian määrässä toimenpiteen säästövaikutus olisi 141000 kWh. Vuosisäästö rahassa, tämänhetkisellä energian hinnalla olisi 9870 euroa, jos kaikkiin kahdeksaan kiinteistöön tehtäisiin kyseinen toimenpide.

Toimenpiteen takaisinmaksuaika on noin 5–10 vuotta tämänhetkisellä energianhinnalla laskettuna. Takaisinmaksuaika riippuu energianhinnan kehityksestä ja siitä millainen todellinen säästövaikutus saadaan aikaiseksi.

Ehdotus 2. Ikkunoiden ja ulko-ovien vaihto

Ikkuna ja ulko-oviremontti on yleensä aina perusparannushanke. Kiinteistön taso nousee ja asumismukavuus paranee. Ikkuna- ja oviremontilla saavutetun energiankulutuksen säästöön vaikuttaa uusien rakennusosien U-arvo ja rakennuksen vuotoilmatiiviyden paraneminen.

Ikkunaremontin hinta vaihtelee paljon kohteen koosta riippuen ja sen mukaan, millaiset ikkunat vaihdetaan. Perusrivitalon yhden ikkunan vaihto asennettuna on kustannukseltaan noin 500–800 €/kpl. Asennukseen sisältyvät vuorilaudat, ikkunapellitys ja sisäpuolen listoit. Suuntaa-antavana ikkunaneliöhintana voisi pitää 350 €/m². Ulko-oven kappalehinta asennettuna karkeassa laskennassa olisi 700 €.

Esimerkki: ikkunaremontin kustannuksesta kiinteistö Rivitalo Kestilään. Kiinteistössä on 21 kpl ikkunoita. Ikkunoiden pinta-ala on 46,2 m². Ikkunaremontti maksaisi 16000–17000 €. Ulko-ovia kiinteistössä on 13 kpl. Ovien vaihto maksaisi 9100 €. Ikkuna- ja oviremontin hin-

ta yhteensä olisi 26100 €. Kyseisten remonttien hinnat vaihtelevat paljon riippuen vuodenaikasta toteutuksessa, taloustilanteesta ja hankkeiden laajuudesta.

Kyseisessä kiinteistössä laskennallinen energiasäästö vuodessa olisi 19300 kWh, joka on koko lämmitysenergiasta noin 17 %. Rahassa säästö olisi kaukolämmönhinnalla laskettuna 1350 €/vuosi.

Ikkuna- ja oviremontin takaisinmaksu olisi 19 vuotta. Aikaa ei kannata pelkästään tarkastella energiasäästöllä saadulla hyödyllä. Kiinteistön taso nousee huomattavasti ja elinkaari pitenee. Käyttötaso paranee ja vuokratulot kasvavat varmasti.

Ehdotus 3.

Esimerkki LTO-ilmastoinnin rakentamisen kustannuksesta ja energiasäästöstä, kiinteistö Rivitalo Kestilään. LTO-ilmastoinnin rakentamiskustannus on saneeraushankkeessa karkeasti arvioituna 72 €/m². Kiinteistössä on 6 asuntoa ja 465 m² lämmintä tilaa. Jokaiseen huoneistoon tulisi oma LTO-kone ja huoneistokohtainen putkitus. Ilmastoinnin rakentaminen maksaisi kiinteistöön noin 35000 €.

LTO-ilmastoinnin tuoma energiasäästö 45 %:n hyötysuhteella olisi rakennuksessa ainakin 16000 kWh, mutta laskelmassa käytämme hyötysuhteena 65 %. Tällöin energiasäästö olisi laskennallisesti 23000 kWh/vuosi. Energiasäästö on realistisesti arvioituna ainakin tämän verran.

Säästö olisi euroina 1610 € laskettuna tämän hetkiselä kaukolämmön hinnalla. Energiasäästöllä mitattuna takaisinmaksuaika on 21 vuotta. Toimenpide nostaa kiinteistön tasoa ja asuismukavuutta paljon.

Ehdotus 4.

Yläpohjan lisäeristäminen maksaa esimerkkitapauksessa noin 4200 €. Puhallusvillaa kuluu 140 m³. Kuutiohinta asennettuna on noin 30 €/m³. Laskennallinen energiasäästö olisi 6650 kWh, joten kaukolämmön hinnalla laskettuna vuotuinen säästö olisi 465 €. Takaisinmaksuaika on energian säästöllä mitattuna noin 9 vuotta.

7.3 Energiansäästötoimenpiteillä saavutetut muut hyödyt

Kiinteistöjen asuinmukavuus paranee. Asuntojen käyttöaste kasvaa ja asuineliömetriltä voidaan periä korkeampaa vuokraa. Kiinteistön elinkaari jatkuu ja taso paranee. Kiinteistö pääoma säilyy ja kiinteistöjen ylläpitokustannukset alenevat. Laadukkaat vuokra-asunnot houkuttelevat uusia asukkaita ja ovat Siikalatvan kunnan imagon kohottajina.

7.4 Toimenpiteiden rahoittaminen

Vuokra-asuntojen vuokratuloilla pitäisi pystyä kattamaan seuraavat menoerät.

- kiinteistön hallinnointi
- yleishoito ja valvonta
- lämpöhuolto
- vesihuolto
- sähköhuolto
- siivous (piha-alueet, yleiset tilat)
- jätehuolto
- vakuutukset
- mahdolliset tonttivuokrat
- kiinteistövero
- korjaukset
- pääoman tuotto (kate)
- lainat

Kiinteistökannan kaikki tuotto tulee omistajalle ainoastaan vuokratuloista. Kaikki muu toiminta on kiinteistön omistajan tai käyttäjän kustannuksia. Kiinteistöjen toimintakustannuksiin suhteutettuna sekä ylläpidon että investoinnin merkitys on vähäinen. [26.]

Jos kiinteistömassan korjausvelka kasvaa liian suureksi, niin investointien rahoitus hankaloituu olennaisesti. Nykyisen teknisen arvon tavoitetaso jälleenhankinta-arvosta tulisi olla 75 %.

Vuosittainen kunnossapitokustannus, joka on kuntaliiton suosituksen mukaan 0,80 €/m²/kk, pitää korjausvelan määrän hallinnassa. Panos kunnossapitoon vastaa rakennuksen vuotuista kulumista.

Vuokran osana oleva kunnossapito-osuus ei esimerkiksi kulu uudessa rakennuksessa ensimmäisen 10 vuoden aikana juuri ollenkaan. Tämän jälkeen tulee kunnostamistarve ja periaatteessa olemme ensimmäisen 10 vuoden aikana keränneet rahoituksen peruskorjaukseen. Kunnossapitokustannukseen tulee huomioida myös ajanmukaistamistarve, esimerkiksi vieranomaismääräyksistä johtuvat toimenpiteet. Näiden mahdollisuus esimerkiksi terveyskeskusrakennuksessa on paljon suurempi kuin asuinrakennuksissa. Esimerkiksi on hyvin mahdollista, että automaattiset sammutusjärjestelmät tulevat pakollisiksi hoitolaitosrakennuksiin. Näitä ajanmukaistamistarpeita ei pysty vuokralaskelmaan ennakolta arvioimaan muuten kuin arvaamalla. Nämä toimet eivät oikeuta vuokrankorotukseen vuokrasopimusaikana, koska ne eivät ole käytännössä tasonparantamista.

Kiinteistöjen perusparannuksia suunniteltaessa laskelmat tehdään kiinteistötasolla. Kiinteistön tulee omalla vuokratuotollaan pystyä kustantamaan peruskorjauslainan hoito, ylläpitokustannukset, kunnossapitovaraus, vakuutukset, verot ja muut kiinteistöön kohdistuvat menot. Sillä ei ole väliä, onko vuokra sisäistä vai ulkoista vuokraa.

Toimenpide-ehdotuksissa ja energiansäästölaskelmista voidaan kuitenkin huomata, että pelkällä energiansäästöllä ei hankkeita rahoiteta.

Liite numero 1 on 10 vuoden tuloslaskelma ikkuna- ja oviremontista, LTO-ilmastoinnin rakentamisesta ja yläpohjan lisäeristämisestä Rivitalo Kestilään tehtynä. Kiinteistössä on 6 asuntoa. Rivitaloon on tehty 2008 vuonna putkiremontti. Oletuksena laskelmissa on kiinteistön 100 %:n käyttöaste. Käyttöaste on ollut kiinteistössä todella hyvä koko ajan. Rahoitus ja takaisinmaksuaika on laskettu olevan 10 vuotta. Laskelmassa huomioidaan 5 % vuokran nousua ja lämmitysenergian säästö huomioidaan ylläpitokustannuksessa.

Laskelmassa ei huomioida kiinteistön jäännösarvoa eikä ajanmukaistamisvarausta. Laskelmassa tuottoa jää 10 vuodessa noin 81 000 euroa. Kiinteistöjen perusparannus on taloudellisesti mahdollista, kun vain vuokratuoton ylläpito-osuus riittää kattamaan siihen kuuluvat menot ja kunnossapito-osuus jää sukanvarteen odottamaan peruskorjausta.

8 ANALYSOINTI JA TULOSTEN TARKASTELU

8.1 Kunta kiinteistöjen omistajana

Kiinteistöt ovat suurin kiinteä omaisuus Siikalatvan kunnalla. Siikalatvan kunnan kiinteistöjen hallinta on pääsääntöisesti teknisen lautakunnan ja kunnanvaltuuston alaisuudessa. Kunnan yleiset ja teollisuuskiinteistöt ovat suoraan kunnan kiinteistöhoidon tehtävänä. Osa rivitalokiinteistöistä on myös kunnan omassa hoidossa. Rivitalokiinteistöistä osa on kiinteistöosakeyhtiöitä. Näissä kiinteistöissä kunta omistaa kiinteistöyhtiön kokonaan. Kiinteistöosakeyhtiön hallitus muodostuu kunnanhallituksen valitsemista henkilöistä. Yleensä hallituksessa on 1–2 kunnanvaltuutettua tai muuta luottamushenkilöä, asukkaiden edustaja ja muutamia muita luonnollisia henkilöitä. Kiinteistöissä ovat isännöitsijät ulkopuolisia henkilöitä.

Kunnan omistamissa rivitalokiinteistöyhtiöissä hallituksen toimintamotiivi on mielestäni epäselvä. Isännöitsijäsopimukset ovat useasti lyhytkestoisia, eikä näin ollen sitouta ja motivoi isännöitsijää kiinteistön pitempiketoisen ylläpidon suunnitteluun. Hallituksen jäsenten ammattitaito ja sitoutuneisuus kiinteistön ylläpidon suhteen myös mietityttää, ajatellen asiaa omistajan eli kunnan näkökannalta. Omistajan tulee tarkastella ja elää kiinteistön tulevaisuutta 5–10 vuoden päähän.

Pienissä vuokratrivitaloyhtiöissä ei todennäköisesti suunnitella tulevaisuuden investointeja esimerkiksi energiatalouden parantamisessa. Kaikki tasoa parantavat investoinnit tarkoittavat yleensä vuokratason nousua.

Kuntakonsernissa suurempi kiinteistöyhtiö, joka hallinnoi kiinteistömassaa, olisi todennäköisesti tehokkaampi ja taloudellisempi ratkaisu. Yhtiö on kunnalle tulostavasti vastuullinen ja on sitoutunut hoitamaan ja ylläpitämään kunnan omaisuutta kestäväällä tavalla. Suurempi kiinteistöyhtiö keskittyy omaan toimialaansa ja kiinteistön ylläpidon ammattitaito vahvistuu tällöin.

Investointien rahoitus tulee kiinteistöjen vuokratuloista. Kiinteistömassan hallinta vaatii suurta taloudellista ymmärrystä ja kokonaisuuden tarkastelua, kun suunnitellaan toimenpiteitä kiinteistöihin.

8.2 Tutkittujen rivitalokiinteistöjen tulevaisuus

Vuokratrivitalokiinteistöissä omistajan kannalta on tärkein seikka kiinteistöjen käyttöaste. Kiinteistöjen taso pitäisi pystyä pitämään houkuttelevana vuokralaisille, jotta käyttöaste olisi hyvä ja vuokrataso voisi olla kannattava. Rivitalokiinteistöissä energiansäästö ei nouse kovin suureen merkitykseen omistajan kannalta kiinteistönpidon kokonaisuudessa. Enemmän vaikuttaa asuntojen taso ja sitä kautta saatava suurempi vuokratulo. Suurissa kunnan omistamisessa kiinteistöissä (koulut, terveyskeskukset ja muut yleiset rakennukset) energiankulutus on aivan eri luokkaa kuin asuinrakennuksissa. Näissä kohteissa on paljon energiasäästöpotentiaalia ja niistä syntyy merkittäviä rahallisia säästöjä kunnalle.

Investointipäätöksiä tehtäessä monesti keskeisin kysymys on, mitä maksaa, mikä on takaisinmaksuaika ja kuinka tarpeellinen investointi todella on? Vuokra-asunnoissa takaisinmaksu tulee kohonneista vuokratuloista, kohonneesta käyttöasteesta, energiansäästöstä ja mahdollisesti pienemmistä kiinteistöhuoltokustannuksista.

Kiinteistöissä on kaikille osa-alueille tekninen käyttöikä. Tutkituista kiinteistöistä vanhin vuonna 1961 rakennettu talo on rakennusteknisesti vanhentunut. Kiinteistö vaatii joko laajamittaisen perusparannushankkeen tai kiinteistö käytetään loppuun ja puretaan.

Kiinteistöihin kohdistuvat investoinnit, jotka olisi aloitettava nopeasti, tarvitsevat suunnitelmallisen hankeohjelman. Hankeohjelman laadinta on suuri työ ja siitä pitäisi pystyä laatimaan realistinen. Olemassa olevat resurssit tulee puntaroida huolellisesti, käytettävät varat, työvoima, hankkeen kiireellisyys, hankkeen positiivinen noste käyttötasoon ja saavutettavat hyödyt/ säästöt. Investointilaskelmat on suoritettava kiinteistökohtaisesti ja kiinteistön tulisi itse elättää itsensä.

Vuokra-asunnoissa käyttäjien tasovaatimus nousee ja tämä vaatii kiinteistöihin tasoa nostavia investointeja. Kiinteistömassan korjausvelan kasvun pysäyttäminen on erittäin tärkeää.

9 YHTEENVETO

Energiansäästö ja toimenpiteet ovat tänä päivänä paljon esillä oleva aihe. Ihmisten mielipiteet ja asenteet ovat muuttuneet paljon, jos vertaamme asenteita 10–15 vuoden takaiseen aikaan.

Kuntasektorilla ovat vastassa suuret haasteet kiinteistöjensä hallinnassa. Kuinka kunnat pystyvät kehittämään ja ylläpitämään kiinteistöjään? Siikalatvan kunta ei ainakaan ole tällä hetkellä kasvamassa taikka laajenemassa. Kiinteistömassaa tarpeeseen nähden on paljon, ja kiinteistöt sijaitsevat hajallaan neljässä kyläkeskuksessa. Kiinteistökanta on suhteellisen vanhaa ja elinkaarensa taitepisteessä. Peruskorjaus- ja perusparannustarvetta tulee olemaan paljon. Purrettavia kiinteistöjä tulee huomattava määrä, kun kiinteistöt on saatu kartoitettua. Purkukustannuksesta tulee huomattava rasite kuntataloudelle. Kuntatalouden ollessa heikko voidaan olettaa investointien olevan hyvin vähäisiä kiinteistösektorilla.

Hyvän mahdollisuuden voisi antaa kuntakonsernin yhteyteen perustettava kiinteistöhallintayhtiö. Siikalatvan kunnan kiinteistökantaa tulisi pystyä kehittämään ja pitämään yllä. Tosi asia on kuitenkin se, että Siikalatvan kunnan kiinteistömassan keskimääräinen ikä on suhteellisen korkea. Kiinteistöt vaativat investointeja ja niiden ylläpito maksaa. Kunnan omistamien kiinteistöjen määrä tulisi optimoida pitemmällä aikajänteellä. Jokaiselle kiinteistölle tulisi saada hyvä käyttöaste. Vajaakäyttöiset kiinteistöt eivät hyödytä ketään. Kunnan imagon kannalta on tärkeää huolehtia tyhjiksi jääneiden rakennusten jälkihoidosta. Rakennukset tulee purkaa pois eikä jättää niitä ränsistymään kyläkuvaan.

Kiinteistöjen ylläpidossa energia on keskeisessä asemassa ylläpitokustannuksissa varsinkin suurien yleisten kiinteistöjen osalla. Siikalatvan kunnalla on suuria mahdollisuuksia vaikuttaa energialaskuunsa.

Energiansäästö ja kuluttaminen on laaja kokonaisuus rakennustekniikan, käyttäjien, ilmaston, asenteiden ja rahan sekoitusta. Markkinavoimat ohjailevat kuluttajien kiinnostuksen suuntaa. Tällä hetkellä ilmaston muutos ja energian hinta on kuluttajien päätösten vaikuttajana.

LÄHTEET

- 1 Hallituksen esitys eduskunnalle rakennuslainsäädännön uudistamiseksi. [www- dokumentti].Luettu 4.11.2009.
<http://www.edilex.fi/virallistieto/he/19980101?search=1>
- 2 Energiatodistusopas 2007. [www- dokumentti]. Luettu 6.11.2009.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=96917&lan=FI>
- 3 Helsingin kaupunki rakennusvalvontavirasto, energiaselvitys rakennuslupahakemukseen. [www- dokumentti] Luettu 5.1.2010
http://www.hel.fi/wps/portal/Rakennusvalvontavirasto/Artikkeli?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/Rakvv/fi/uutiset/energieselvitys+lupahakemuksiin
- 4 Hallituksen esitys energiatodistuslakiin. [www- dokumentti]. Luettu 5.11.2009.
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2006/20060170.pdf>
- 5 Tasauslaskentaopas 2007. [www- dokumentti]. Luettu 18.9.2009
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80008&lan=FI>
- 6 Oulun kaupungin tekninen keskus, pienrakentajaopas. [www- dokumentti]. Luettu 12.11.2009.
<http://www.ouka.fi/tekninen/pienrakentajanopas/opas7.htm#7.4. Lupahakemus ja liiteasiakirjat/piirustukset>
- 7 Rakennusmääräyskokoelma C3. [www- dokumentti]. Luettu 13.9.2009
http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf
- 8 Rakennusmääräyskokoelma D3. 2010. [www- dokumentti] Luettu 26.11.2009.
http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010_suomi_22-12-2008.pdf
- 9 Haakana, M. Uudet energiamääräykset ja energiatodistus,Kainuun ympäristökeskus. [www- dokumentti] Luettu 18.9.2009.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80517&lan=FI>
- 10 Leskinen, P. Energiaselvitysraportti Asunto Oy Kestilän Harjutie 12. 2009.

- 11 Motiva, lämmönkulutus. [www- dokumentti]. Luettu 9.10.2009.
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/lammonkulutus/
- 12 Leivo,V. Rakennuksen energiatehokkuuden vaikutukset rakenteisiin, Tampereen teknillinen yliopisto. [www- dokumentti] Luettu 9.10.2009.
http://www.kuopioinnovation.fi/upload/7015440590904d38e35615ff0672d21c/Asiakirjat/TERTU-workshop_12082009/Leivo_Virpi.pdf
- 13 Rakennusmääräyskokoelma D5. [www- dokumentti]. Luettu 13.9.2009.
<http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>
- 14 Kurtelius J, Kestävä kehitys kiinteistöalalla. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 2001. ISBN 951-685-083-9.
- 15 Motiva, vedenkulutus. [www- dokumentti]. Luettu 22.10.2009.
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus
- 16 Motiva, asuinkiinteistöalan energiansäästösopimuksen vuosiraportti 2007. [www- dokumentti]. Luettu 22.10.2009. http://www.motiva.fi/files/92/aess_vr07_-_raportti.pdf
- 17 Rakennusmääräyskokoelma A4, rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, 2000. [www- dokumentti]. Luettu 23.10.2009. <http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf>
- 18 Oulun rakennusvalvontalaatukortti. [www- dokumentti]. Kopioitu 12.11.2009.
http://www.ouka.fi/rakennusvalvonta/pdf/laatukortit/Energiamääräysten_muutokset_2003-2007-2010.pdf
- 19 RIL 249-2009 julkaisu [www- dokumentti]. Luettu 6.2.2010.
http://www.ril.fi/web/shop_files/249_alkusivut_taittovedos.pdf
- 20 Rakennusten energiatalous, Asko Sarja.[www- dokumentti] Luettu 6.2.2010
http://www.ril.fi/web/files/avaus_sarja.pdf
- 21 Rakennusmääräyskokoelma C4. [www-dokumentti]. Luettu 11.9.2009.
<http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>
- 22 Hemmilä, K. , Saarni, R. Ikkunaremontti. Helsinki: Rakennustieto Oy, 2001. ISBN 951-682-654-7.

- 23 Rakennusmääräyskokoelma D2. 2010. [www- dokumentti] Luettu 8.10.2009
http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf
- 24 Tampereen tekninen yliopisto, rakennustekniikan laitos. Matalaenergiarakenteiden toimivuus 11 2008.pdf. [www- dokumentti]. Luettu 9.10.2009.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94366&lan=FI>
- 25 Lakiasetus. 765/2007 liitteet. [www- dokumentti] Luettu 25.9.2009
<http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/5424.pdf>
- 26 Haataja, P. Kiinteistön ylläpidon perusteet luentomateriaali. Kajaani ammattikorkeakoulu. 2010.

LIITTEIDEN LUETTELO

LIITE 1 Laskelma 1. Toimenpidelaskelma perusparannuksesta

